

UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
U.E.R. FACULTE DE MEDECINE LYON-NORD

Année 1981 - N° 850

**RESULTATS ELOIGNES
DE L'INTERVENTION DE GRICE
DANS LE PIED PLAT
VALGUS ESSENTIEL DE L'ENFANT.
(A propos de 70 opérations).**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 13 Mars 1981

pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de LYON

(Mention Médecine)

par

Seman BARAKAT



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554203_0016

UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
U.E.R. FACULTE DE MEDECINE LYON-NORD

Année 1981 - N° 850

**RESULTATS ELOIGNES
DE L'INTERVENTION DE GRICE
DANS LE PIED PLAT
VALGUS ESSENTIEL DE L'ENFANT.
(A propos de 70 opérations).**

THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 13 Mars 1981

pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de LYON

(Mention Médecine)

par

Seman BARAKAT

UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
FACULTE DE MEDECINE LYON-ROD

Année 1981 - N° 880

RESULTATS ELOIGNES
DE L'INTERVENTION DE GRICE
DANS LE PIED PLAT
VALGUS ESSENTIEL DE L'ENFANT.
(A propos de 36 opérations).



THESE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON I

et soutenue publiquement le 12 Mars 1981

pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de LYON

(Mention Médecine)

par

SAMEN BARAKAT

ACADEMIE DE LYON
Université Claude Bernard
U.E.R. FACULTE DE MEDECINE
LYON - NORD

8, avenue Rockefeller
69373 LYON CEDEX 2
Tél. (7) 375.81.14
Secrétariat Poste 379

TABLEAU DU PERSONNEL DE L'UNIVERSITE

Président de l'Université	: Professeur D. GERMAIN
Premier Vice Président	: Professeur M. DUFAY
Deuxième Vice Président	: M. DUPLAN J.C.
Troisième Vice Président	: Melle ECHALLON A.
Secrétaire Général	: M. RAMBAUD J.

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DE L'UNIVERSITE

MEDECINE ALEXIS CARREL	: Directeur Professeur MORNEX R.
GRANGE BLANCHE	: Directeur Professeur ZECH P.
LYON SUD	: Directeur Professeur NORMAND J.
LYON NORD	: Directeur Docteur MINAIRE Y. (M.C.A.) Directeur honoraire Professeur BERTOYE A. Directeur honoraire Professeur GARIN J.P.
BIOLOGIE HUMAINE	: Directeur Docteur REVILLARD J.P. (M.C.A.)
TECHNIQUES DE READAPTATION	: Directeur Docteur MORGON A.
SCIENCES PHARMACEUTIQUES	: Directeur Professeur BIZOLLON C.A.
SCIENCES ODONTOLOGIQUES	: Directeur Professeur PARRET J.
INSTITUT REGIONAL D'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE	: Directeur M. MILLON A.
MATHEMATIQUES	: Directeur Professeur PICARD Ph.
PHYSIQUE	: Directeur J. DELMAU
CHIMIE et BIOCHIMIE	: Directeur Mme VARAGNAT A. (Maitre Assistant)
SCIENCES DE LA NATURE	: Directeur Professeur LEMOIGNE Y.
SCIENCES PHYSIOLOGIQUES	: Directeur Melle le Professeur WORBE J.F.
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLO- GIE N° 1	: Directeur M. VILLE A.
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLO- GIE N° 2	: Directeur M. GALLET J. (Directeur E.N.S.A.M.)
OBSERVATOIRE	: Directeur M. MONNET Guy (Astronome adjoint)
PHYSIQUE NUCLEAIRE	: Directeur Professeur GUSAKOW M.
MECANIQUE	: Directeur Melle le Professeur COMTE-BELLOT G.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Examineurs de la thèse :

- . Président : Monsieur le Professeur R. GILLY,
- . Assesseurs : Monsieur le Professeur H. DEJOUR,
Monsieur le Docteur C.R. MICHEL (M.C.A.)
Monsieur le Docteur J.L. LERAT (M.C.A.)
- . Invité : Monsieur le Docteur J. DESBROSSES

Je dédie cette thèse :

A LA PAIX AU LIBAN, MON PAYS,

A LA FRANCE

A MES PARENTS,

Auxquels je dois tout. Votre vie est pour moi le plus bel exemple de travail.

C'est de vous que je tiens ce culte du "service rendu".

Que cette étude soit un témoignage de ma profonde affection.

A CLAUDE, MA FEMME CHERIE,

Avec beaucoup d'amour tu as su toujours me comprendre, m'aider et me soutenir.

Ce travail est aussi le tien. Je te remercie pour le bonheur que tu me donnes.

A MES ENFANTS : PATRICIA, VALERIE, GERALDINE et STEPHANE

Les joies de ma vie.

Puisse le Seigneur les préserver de tout mal et guider leur avenir.

A MES SOEURS MONA et HAIFA

Qui m'ont toujours entouré de leur tendresse.

A MES FRERES HIKMAT, BAHJAT et FADI

Toujours à mes côtés, le lien qui nous unit
est indissoluble.

A ELIE,

En devenant mon beau-frère, il a resserré
les liens de notre profonde amitié.

A MES BEAUX-PARENTS,

Ils m'ont accordé toute leur confiance et
m'ont accueilli comme leur fils.

Qu'ils en soient affectueusement remerciés

A MA BELLE-SOEUR MARIE-HELENE,

En remerciement de son aide.

A MON BEAU-FRERE CLAUDE,

qui a "artistiquement" collaboré aux illus-
trations de cet ouvrage.

A MES NEVEUX et NIECES :

Najî et Rami au Liban

Laure qui est aussi ma filleule

Claire la benjamine.

A MON ONCLE STEPHANE,

Que j'affectionne beaucoup.

A FATHER "JO", my dear cousin,

*You contribute all times to my success
with your prayers. God keep you in a
good health.*

With all my thanks for your kindness.

A JOSEPH BARAKAT, mon cousin

*Qui a guidé mes pas vers la médecine
et vers la France, toute mon affection.*

A TOUTE MA FAMILLE.

A notre Président de Thèse :

MONSIEUR LE PROFESSEUR Robert GILLY,

En dépit des lourdes charges afferant à ses fonctions, il nous fait le grand honneur de présider ce jury et nous le remercions bien vivement.

Qu'il nous soit permis de lui exprimer ici notre respectueuse reconnaissance.

A nos Juges :

MONSIEUR LE PROFESSEUR Henri DEJOUR,

Nous sommes très flatté de sa présence dans ce jury où il apporte le poids de son autorité orthopédique déjà appréciée au cours de son enseignement. Qu'il veuille bien accepter nos vifs remerciements.

*MONSIEUR LE DOCTEUR Claude Régis MICHEL,
Maître de Conférences Agrégé*

Nous sommes heureux qu'il puisse juger ce travail à la lumière de ses connaissances orthopédiques infantiles dont nous avons, déjà, souvent bénéficiées.

Son accueil toujours bienveillant nous autorise à le solliciter aujourd'hui, qu'il en soit remercié très sincèrement.

*MONSIEUR LE DOCTEUR Jean-Luc LERAT,
Maître de Conférences Agrégé*

Nous avons été touché par la cordialité de son accueil et par l'intérêt qu'il a porté au sujet de cette thèse.

Il a bien voulu accepter d'être notre juge et de nous conseiller. Sa compétence reconnue et ses travaux rendent sa présence très précieuse pour nous. Nous lui redisons notre gratitude.

*MONSIEUR LE DOCTEUR Jacques DESBROSSES,
Chirurgien Chef de Service
Hôpital Saint Joseph - Lyon*

Nous le remercions vivement de la confiance qu'il nous a faite en nous inspirant le sujet de cette thèse. Elle nous permet de lui témoigner notre respectueux et très profond attachement.

Nous avons eu le privilège d'être accepté dans son service et de travailler sous son indulgente autorité ; nous lui sommes infiniment reconnaissant de l'aide qu'il nous a apportée tout au long de notre formation.

Il nous a séduit par sa prudence, sa précision et sa rigueur dans son travail, qualités tant recherchées dans l'exercice de la chirurgie. Son humour, très fin, est une des autres qualités que nous avons admirée en lui.

Nous sommes fier d'être son élève et nous lui témoignons notre immense gratitude.

MONSIEUR LE DOCTEUR MICHEL COGNAT,

C'est avec une grande bienveillance qu'il nous a fait l'honneur de nous communiquer ses vastes connaissances et de nous éclairer de sa large expérience.

C'est avec fierté que nous avons collaboré à certains de ses travaux.

Nous avons apprécié ses qualités exceptionnelles d'habileté et de finesse opératoire.

Nous lui adressons le témoignage de notre reconnaissance et de notre profonde estime.

MONSIEUR LE DOCTEUR BRUNO CROIZAT,

Sa bonne humeur permanente nous a profondément marqué.

Nous le remercions de la bienveillance dont il a fait preuve à notre égard.

Il nous a fait bénéficier de son dynamisme et de ses conseils et nous sommes heureux de l'amitié qu'il nous a accordée.

Qu'il trouve, ici, le gage de notre reconnaissance et de notre fidèle attachement.

A nos Maîtres dans les hôpitaux :

Monsieur le Professeur M. PONT

Monsieur le Professeur J. TRAEGER

Monsieur le Professeur J.C. KALB

Monsieur le Professeur R. FLANDROIS

Monsieur le Professeur M. DUMONT,

Monsieur le Docteur J.M. THOULON (M.C.A.)

Monsieur le Professeur M. GIRARD

Monsieur le Professeur P. MAILLET

Monsieur le Docteur J. BAULIEUX (M.C.A.)

Monsieur le Professeur M. LATARJET

Monsieur le Professeur J.L. VAUZELLE

Monsieur le Professeur J. FEROLDI

Monsieur le Docteur BONNET

Chirurgien Chef de service

Hôtel Dieu - Bourg en Bresse

Aux chirurgiens de la polyclinique de Rillieux :

Docteur X. DELORE

Docteur H. LAURENT

Docteur M. CROUZET

Avec toute notre reconnaissance.

Au Docteur J. LIARAS,

Auprès de qui nous avons beaucoup appris.
Avec toute notre amitié.

A Madame le Docteur D. VITREY,

Avec toute mon estime et en souvenir de notre
collaboration.

*Aux secrétaires du Service de Chirurgie Générale de
l'hôpital Saint-Joseph, en particulier MARIE-PIERRE.*

En remerciement de leur collaboration.

A tous mes amis et plus particulièrement :

*JEAN-PIERRE et NICOLE
MAURICE,*

Avec tous mes remerciements pour leur colla-
boration assidue. En gage de ma grande amitié.

*SIMONE,
CHRISTINE,
MICHELE, BERNARD, LAURENT mon filleul,
JEAN-PIERRE, MONIQUE, BRIGITTE
RENE et GISELE,
ALAIN et MICHELE,
NICOLE et ROBERT,
NADIR, JACQUELINE,
MARIE-CLAUDE, PIERRE,
RENE, JOSIANE, YOLANDE ...*

- SERMENT D'HIPPOCRATE -

En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets **et** je jure au nom de l'être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui lui seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

- S O M M A I R E -

1. INTRODUCTION	4
2. LE PIED NORMAL	6
2.1 Etude embryologique	6
2.2 Evolution du pied au cours de la croissance	10
2.2.1 Notions ontogéniques et anthropologiques	10
2.2.2 Facteurs cinétiques - Formation de la voûte	11
2.2.2.1 Action sur l'arrière-pied	11
2.2.2.2. Action sur l'avant-pied	12
2.3 Etude anatomo-physiologique	14
2.3.1 Les os	14
2.3.2 Eléments de géométrie	17
2.3.3 Les enveloppes	18
2.3.4 Les systèmes amortisseurs	18
2.3.5 Cinésiologie	19
2.3.6 Les systèmes articulaires	20
2.3.6.1 L'articulation tibio-tarsienne	20
2.3.6.2 Les articulations intrinsèques	21
2.3.7 Les muscles	25
2.4 La voûte plantaire	27
2.4.1 Les appuis	27
2.4.2 Les arches	27
2.4.2.1 L'arche interne	27
2.4.2.2 L'arche externe	29
2.4.2.3 L'arche antérieure	31
2.4.3 Déformations statiques physiologiques de la voûte plantaire lors de la charge	31
2.4.4 Transmission et répartition des pressions	32

2.4.5.	La base de sustentation -----	34
2.4.6	Eléments de biomécanique -----	35
2.4.7	L'équilibre du pied -----	35
2.4.7.1	Le triangle statique -----	37
2.4.7.2	Le contrôle des rotations -----	37
2.5	La marche -----	38
2.6	Conclusion -----	42
3.	LE PIED PLAT VALGUS DE L'ENFANT -----	43
3.1	Définitions -----	43
3.2	Diagnostic différentiel -----	46
3.3	Physiopathologie -----	49
3.4	Etude clinique et paraclinique -----	56
3.4.1	Signes d'appel -----	56
3.4.2	Examen clinique -----	56
3.4.3	Examen des empreintes plantaires -----	59
3.4.4	Examen radiologique -----	61
3.4.5	Classification des pieds plats valgus -----	66
3.4.6	Evolution et pronostic -----	68
4.	TRAITEMENT -----	70
4.1	Méthodes conservatrices -----	70
4.1.1	Préventives -----	70
4.1.2	Orthopédiques -----	70
4.1.2.1	Les orthèses -----	71
4.1.2.2	Les chaussures -----	71
4.1.2.3	Les résultats -----	71
4.1.3	Kinésithérapiques -----	72
4.2	Méthodes chirurgicales -----	73
4.2.1	Gestes tendineux -----	73
4.2.2	Gestes osseux -----	74
4.2.2.1	Procédés anciens -----	74
4.2.2.2	Procédés modernes -----	75
4.2.2.2.1	L'intervention de Grice -----	75
4.2.2.2.1.1	Historique -----	75
4.2.2.2.1.2	Intentions et technique -----	77
4.2.2.2.2	Les autres procédés -----	79

5. LES INDICATIONS -----	82
6. CASUISTIQUE -----	84
6.1 Répartition -----	84
6.2 Modalités techniques -----	86
6.3 Suites opératoires -----	87
6.4 Les observations (tableau) -----	87
7. LES RESULTATS -----	90
7.1 Protocole d'appréciation -----	90
7.2 Cotation -----	92
7.3 Le recul -----	93
7.4 Résultats chiffrés -----	94
7.4.1 Globaux -----	94
7.4.2 En fonction du sexe -----	94
7.4.3 En fonction des critères fonctionnels -----	95
7.4.4 En fonction des critères objectifs -----	96
7.5 Analyse des résultats -----	97
7.5.1 Les mauvais résultats -----	97
7.5.2 Les résultats acceptables -----	97
8. COMMENTAIRES -----	99
9. CONCLUSIONS -----	101
10. BIBLIOGRAPHIE -----	104

1 - INTRODUCTION

"On ne peut rajeunir un vieillard, mais on peut retarder l'heure de la vieillesse en restituant une marche normale" s'était écrié PEQUINIOT à la Faculté de Médecine de Paris.

C'est en fait l'optique et le but des thérapeutiques restauratrices du pied pathologique.

D'abord tenue pour le parent pauvre de la médecine et de la chirurgie, abandonnée aux empiriques et aux marchands de semelles, la pathologie du pied s'est longtemps identifiée au pied plat.

Qu'on ne s'étonne donc pas de voir le foisonnement de travaux consacrés, depuis plus d'un siècle, à ce sujet.

De nos jours, la meilleure connaissance des éléments de la pathologie du pied, l'analyse plus poussée des facteurs étiologiques, l'évaluation plus juste du devenir de certains pieds plats valgus, permettent de mieux cerner les limites de cette affection et surtout de nuancer les indications thérapeutiques en particulier chirurgicales.

En effet, dans le rapport de DELCHEF et SOEUR (54), le pronostic était beaucoup plus sévère que de nos jours et le traitement chirurgical plus important, plus fréquent et plus agressif.

Le pied humain est l'élément fondamental de la station debout bipède. Avec ses 26 pièces osseuses articulées en 31 "jointures" et ses 34 muscles (20 intrinsèques, 14 extrinsèques), il est capable de s'adapter à tous les sols et d'assurer une statique normale. L'effort est harmonieusement réparti. La mobilité des différentes articulations est limitée par un ensemble de tenseurs qui assurent, à la fois, une interdépendance passive et active.

Cet équilibre harmonieux de l'architecture du pied, reposant sur des bases biomécaniques et apprécié par des critères clinico-radiologiques assez précis, est susceptible d'être modifié par diverses anomalies, congénitales ou acquises, souvent à l'origine de troubles fonctionnels, d'intensité et de gravité très variables.

Parmi ces anomalies, le pied plat est une des affections orthopédiques la plus citée, pain presque quotidien des Orthopédistes.

Son traitement doit être modulé ; dans la majorité des cas, médical orthopédique, les indications chirurgicales sont rares et c'était déjà l'avis d'OMBREDANNE en 1932.

Dans ce travail, nous étudierons les résultats de l'opération de Grice dans le pied plat valgus essentiel de l'enfant à propos de soixante dix cas en insistant sur son devenir éloigné.

2 - LE PIED NORMAL

2.1 ETUDE EMBRYOLOGIQUE (135, 146, 188)

L'ontogénèse du pied se rattache au problème de l'évolution humaine ; à l'origine il semble que, par les proportions du tarse et du métatarse, l'homme fut un des grands primates des temps anciens. Son pied, spécialisé dans la seule locomotion, serait le reflet d'une évolution poussée par rapport au pied préhensile du singe.

L'embryologie montre que le plan fondamental est presque le même pour la main que pour le pied et la proximité des ébauches permet de comparer l'embryon humain à un quadrumane.

Toutefois, et c'est peut-être, là, le phénomène essentiel, le pied humain se différencie beaucoup plus que celui du singe en perdant presque toutes ses analogies avec la main, alors que le singe développe ultérieurement un pied qui lui sert de main postérieure conservant ainsi le "quelque chose" de sa forme primitive qui a, d'une certaine manière, régressé chez l'homme.

La différence, entre les deux, tient, le plus souvent, à l'évolution plus poussée chez l'homme mais parfois à des réductions morphologiques, conséquences de spécialisations comme l'ont montré certains travaux (77, 162, 196, 197, 203).

Nous résumerons l'essentiel de la morphogénèse du pied humain caractérisée par trois éléments spécifiques :

- absence de divergence de l'hallux,
- réduction des orteils latéraux,
- existence des arches de la voûte plantaire à l'état de préformation.

Le plan fondamental du pied humain s'ébauche vers la fin de la septième semaine (46ème jour) de la vie intra-utérine au stade embryonnaire.

L'ébauche primitive apparaît sous la forme d'une plaque mésenchymateuse, aplatie dans le sens dorso-ventral puis dorso-plantaire, située dans le strict prolongement des os de la jambe. A ce stade, il n'y a aucune angulation de la cheville ni incurvation plantaire ; la digitigradie est totale.

Elle possède cinq rayons métatarsiens en légère flexion sur le tarse, ce dernier présentant du côté cranial un talus reconnaissable et séparé du calcaneum par un orifice qui simule un très vaste sinus du tarse. L'orientation est sagittale et paramédiane. La fibula est aussi grosse que le tibia et s'écarte de lui au niveau du talus non articulaire.

En résumé, il n'existe, à cette période, aucune voûte plantaire, qu'elle soit longitudinale ou transversale ; le talus est de type simiesque parallèle au calcaneum en grande partie sur son flanc médial ; l'orientation cheville-pied se fera progressivement.

L'évolution ultérieure est marquée par de profondes modifications qui vont survenir à partir du 55ème jour. A ce moment, le talus passe presque entièrement au-dessus du calcaneum dont le sustentaculum tali est apparu. La face dorsale du corps du talus est articulaire avec le tibia mais ce n'est pas encore une trochlée vraie. La déclinaison médiale du col s'ébauche, elle mesure à ce stade 5° mais elle passera à 25° au 61ème jour. Ni la torsion de la tête ni l'inclinaison plantaire n'existent déjà.

Le pied se tord, ensuite, en dedans, alors que s'effectue la rotation interne de tout le membre inférieur et l'angulation de la

cheville. Le mouvement du pied semble dépasser celui de la jambe et comporte une pronation avec abaissement relatif du bord médial du pied créant une petite incurvation plantaire transversale dont la clé de voûte est formée par le deuxième cunéiforme intermédiaire.

Le premier cunéiforme s'abaisse et tourne en pronation par rapport au cunéiforme intermédiaire mais son axe dorso-plantaire reste encore oblique dans le sens inféro-interne. Dans l'ensemble, talus, naviculaire, cunéiforme et métatarsiens sont presque tous sur le même plan, tandis que le calcaneum et le cuboïde sont sur un plan sous-jacent ; ainsi il y a une petite incurvation longitudinale mais ce n'est qu'une ébauche de l'arche plantaire longitudinale interne qui tient peut être à une légère concavité plantaire des métatarsiens (162).

Ces divers éléments ne subiront aucune modification durant la vie foetale marquée par les phénomènes de croissance.

Les phénomènes de croissance pendant la période foetale expliquent la croissance différentielle des métatarsiens relativement plus marquée pour les internes que pour les externes et aussi la réduction relative des métatarsiens latéraux.

La divergence de l'hallux diminue progressivement pendant la vie foetale pour atteindre, à la naissance, sa valeur presque définitive : 6° entre le premier et le deuxième métatarsien, alors qu'elle était de 45° à un mois, 55° au deuxième mois, $18^{\circ}7$ au troisième mois et 11° au quatrième mois.

Au niveau du talus, l'angle de déclinaison du col ou angle d'inclinaison médial diminue progressivement à mesure que le gros orteil perd son adduction.

Cet angle est de 33° à la fin de la période foetale et à la naissance.

En conclusion : les membres commencent à paraître au bout de la troisième semaine de la vie intra-utérine.

Dès la sixième semaine, les orteils sont indiqués sur le segment marginal.

A la septième semaine, l'ébauche du pied apparaît typique.

Les muscles et les nerfs commencent leur différenciation entre la sixième et la huitième semaine.

A la neuvième semaine, on reconnaît parfaitement le pied, la jambe et les orteils.

Les ongles apparaissent au troisième mois.

Le membre inférieur s'individualise plus lentement que le supérieur et ne le dépasse en longueur qu'au cinquième mois.

A la naissance, le nouveau-né présente :

- . un squelette jambier en rotation interne,
- . un astragale dont l'angle de déclinaison (33°) est supérieur à celui de l'adulte (22°),
L'angle de torsion ou de rotation de la tête ainsi que l'angle d'inclinaison plantaire sont absents. L'astragale situé sur un plan supérieur à celui du calcanéum forme avec celui-ci, de face, un angle ouvert en avant de 20° (l'axe astragalien passe par le premier métatarsien, le calcanéen entre le quatrième et le cinquième métatarsien), de profil, un angle, ouvert en arrière, compris entre 20 et 30° .
- . la voûte plantaire n'existe qu'à l'état de préformation ou d'ébauche.
 - . l'arche transversale présente une concavité plantaire moins grande que chez l'adulte car le premier cunéiforme a un axe dorso-plantaire oblique en bas et en dedans alors que chez l'adulte, il est oblique dans l'autre sens et forme, avec le premier métatarsien, un versant interne opposé à l'externe ;
 - . l'arche longitudinale interne est, elle aussi, une ébauche : ses constituants sont situés sur un même plan.

2.2 EVOLUTION DU PIED AU COURS DE LA CROISSANCE :

L'étude embryologique et foetale a montré que nombre de caractères spécifiques du pied de l'enfant et de l'adulte n'existaient pas à la naissance ou sous forme d'ébauche ; cela suppose qu'au cours de la croissance, un certain nombre de facteurs, influencés par la marche et la station bipède, concourent à cette transformation.

2.2.1 NOTIONS ONTOGENIQUES ET ANTHROPOLOGIQUES :

Le pied primatoïde, dont l'histoire remonte à la nuit des temps, est décrit avec une voûte plantaire aplanie. C'est ainsi que BOULLE (21) décrit le pied de l'homme de néanderthal comme caractérisé par une morphologie plane. Le cinanthrope péchiniensis avait, lui, un pied élargi et une voûte plantaire abaissée (33).

Mais, à la suite des études plus récentes (30, 35, 40, 198), il est apparu que le pied ancestral était de morphologie creuse ; l'empreinte plantaire présentant deux zones d'appui : l'une antérieure, l'autre postérieure, unies par une très mince bande intermédiaire.

Parallèlement, certains auteurs (72, 127) se sont penchés sur l'évolution de la torsion tibiale externe qui a diminué d'une vingtaine de degrés jusqu'à nos jours.

De même, on a voulu (30) subdiviser, du point de vue anthropologique, les pieds normaux en deux catégories selon que la voûte est accentuée ou basse. Dans ce dernier groupe, le bassin était large, le col fémoral large et court, le genou en valgus, le sustentaculum tali très développé et l'astragale plus bas et plus interne. Ce type "plat" serait une forme, en progrès, adaptée à la station debout prolongée et à la marche en terrain régulier.

Ces rappels ontogéniques et anthropologiques font apparaître un certain parallélisme entre la formation de la voûte plantaire, la situation astragalienne et le degré de rotation tibiale (146).

2.2.2 FACTEURS CINÉTIQUES - FORMATION DE LA VOUTE :

déterminés par la station debout et la marche, les facteurs cinétiques sont responsables, par leur action au niveau de l'arrière et de l'avant-pied, de la morphologie et de la stabilité du pied.

2.2.2.1 Action sur l'arrière-pied :

Deux évolutions essentielles : la torsion tibiale et la stabilité du tarse postérieur.

↳ La torsion tibiale (72, 104) :

Au cours de la croissance, le tibia suivi de son satellite le péroné, présente une torsion autour d'un axe longitudinal diaphysaire, selon un mouvement spiroïde. Celle-ci évolue, avec l'âge, par étapes, de dedans en dehors (de la torsion interne à la torsion externe).

Moyennes de torsion aux différents âges (146) :

- . à la naissance : torsion légèrement externe (2°),
- . premiers mois de la vie à un an : 2° à 10°,
- . de un an à 3 ans 1/2 : 10° avec un certain fléchissement autour de deux ans : ceci semblerait en relation avec les premiers essais de la marche ;
- . de 3 ans 1/2 à 4 ans : la torsion augmente rapidement de 10° à 20°, chiffre qui est aussi celui de l'adulte.

En fait, la marge de variation fréquente est de 20° environ et sur le plan pratique :

- . 80 % des nouveaux-nés présentent une torsion tibiale entre 10° de torsion interne et 10° de torsion externe ;
- . 80 % des enfants d'un an à 3 ans 1/2 présentent de 0° à 20° de torsion externe ;
- . à partir de 4 ans et chez l'adulte, 80 % des cas présentent une torsion externe comprise entre 10° et 30° ;

- . dans l'ensemble, la torsion est plus forte à droite qu'à gauche avec parfois des différences notables (5 à 9°).

Dans le même temps, l'orientation du genou, au cours de la phase d'appui unilatéral, subit une évolution inverse de la torsion tibiale, passant chez le petit enfant de 15° en moyenne en dehors à 7° en moyenne en dedans chez le grand enfant et l'adolescent.

Enfin, la mesure de l'angle du pas, formé par la ligne de marche et l'axe longitudinal du pied, montre que son orientation externe (13° entre 2 et 3 ans) est très variable dans le jeune âge. Il diminue progressivement avec l'âge pour atteindre 7° externe en moyenne chez le grand enfant et l'adolescent.

Au total, il ressort de ces complexes de torsion-rotation :

- . que le tibia effectue une torsion de dedans en dehors de 17° en moyenne ;
- . que le genou effectue une rotation en sens inverse de 22° en moyenne ;
- . que la différence est supérieure, en moyenne, de 5° en rotation externe ; ceci explique la diminution de la valeur de l'angle du pas au cours du même temps (puisqu'il passe de 13° externe à 7°).

Ainsi, la torsion tibiale n'influe en rien l'orientation générale du pied ; elle est sans action sur son axe longitudinal mais agit sur le tarse postérieur pour assurer sa stabilité.

- La stabilité du tarse postérieur :

Si l'orientation du pied n'est pas liée à la torsion tibiale, c'est qu'il existe au niveau de l'arrière-pied un angle de détorsion (angle mesurant la différence qui existe entre l'axe fonctionnel et anatomique de la tibio-tarsienne).

2.2.2.2 Action sur l'avant-pied :

Cette action aboutit :

- . d'une part, à la torsion-inclinaison du col astragalien et en conséquence à la rotation interne de la colonne interne. Ce mouvement ayant pour effet de rapprocher l'astragale de l'axe longitudinal du pied et, partant, de l'arche longitudinale externe. Il se produit une réduction du diamètre transversal de la voûte plantaire et une augmentation de sa concavité, en même temps qu'une régression de l'adduction-supination congénitale de l'avant-pied ;

. d'autre part, à la stabilité du tarse postérieur.

Pour résumer ce qui précède, nous pouvons dire :

- . La torsion tibiale redresse le tarse postérieur et entraîne le corps de l'astragale dans une position d'équilibre sur le caléanéum. Elle augmente la hauteur et diminue la largeur de l'appui postérieur du pied.
- . La torsion-inclinaison de toute l'arche interne réalise la formation de la concavité transversale plantaire et met les métatarsiens en contact avec le sol créant un large appui antérieur.

Ces deux mouvements de torsion sont inverses par rapport à l'axe longitudinal du pied et leur association creuse la voûte plantaire longitudinalement (98).

La voûte plantaire apparaît donc comme un phénomène d'adaptation à la station et à la marche et c'est au moment de la puberté que cette voûte plantaire est la plus prononcée.

Cette notion, démontrée scientifiquement (58), était bien connue des coordonniers, qui voyaient, dans la saillie dorsale du scaphoïde, le premier signe de virilité, la désignant par le nom poétique de "noeud d'amour".

2.3 ETUDE ANATO-PHYSIOLOGIQUE :

2.3.1 LES OS DU PIED (25, 53, 188, 205) (fig. 1, 2, 3 et 4)

Le pied, quatrième et dernier segment du membre pelvien, est constitué par vingt-six os articulés, disposés en trois groupes distincts.

En allant de l'articulation du cou-de-pied vers l'extrémité libre nous rencontrons :

- Le tarse : massif osseux composé de sept os répartis en deux rangées :

. Une rangée postérieure comprenant deux os :

L'astragale, en haut, avec ses trois angles (32, 135, 138, 163, 185, 188, 215) :

- . L'angle de déclinaison du col et du corps (mesurable sur la face dorsale) est ouvert en dedans. Sa valeur est de 105° en moyenne.
- . L'angle d'inclinaison (visible sur le profil) est ouvert en bas, sa valeur est variable entre 141 et 158 degrés.
- . L'angle de torsion (visible sur la face antérieure) est déterminé par le grand axe de la facette articulaire de la tête et la droite qui rase le bord inférieur du corps. Il oscille entre 45 et 61 degrés.

Le calcaneum, en bas.

. Une rangée antérieure comprenant cinq os :

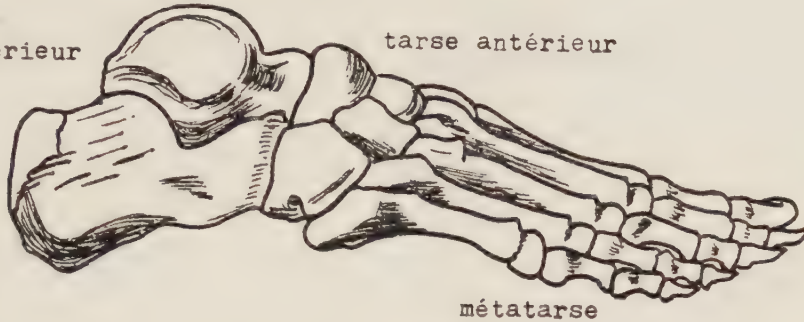
- . En dehors, le cuboïde.
- . En dedans, le scaphoïde portant sur sa face antérieure les trois cunéiformes.

Ces diverses pièces osseuses sont des os courts présentant, à la fois, une surface inférieure ou plantaire et une surface supérieure ou dorsale et portant sur leur pourtour plusieurs facettes articulaires pour les os voisins.

articulation médio-tarsienne (CHOPART)

tarse
postérieur

tarse antérieur



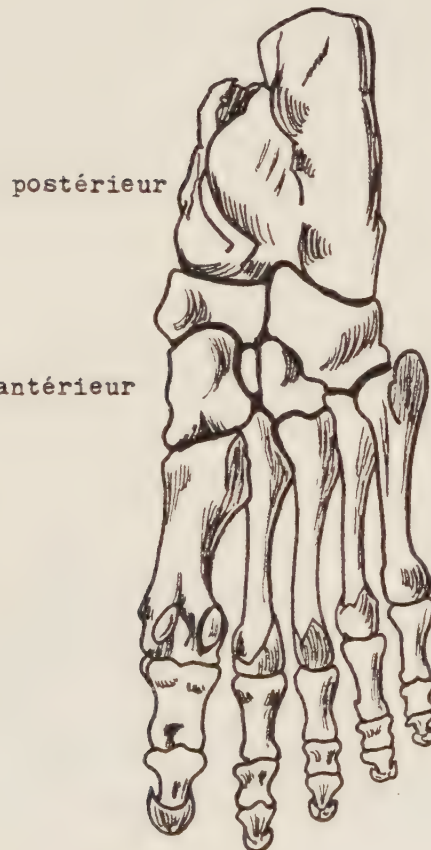
métatarse

orteils

articulation tarso- métatarsienne (LISFRANC)

Pied droit vu par son bord externe sinus du tarse

FIG 1.



postérieur

Le tarse

antérieur

le métatarse

Les orteils

FIG 2.

Pied droit vu par sa face inférieure

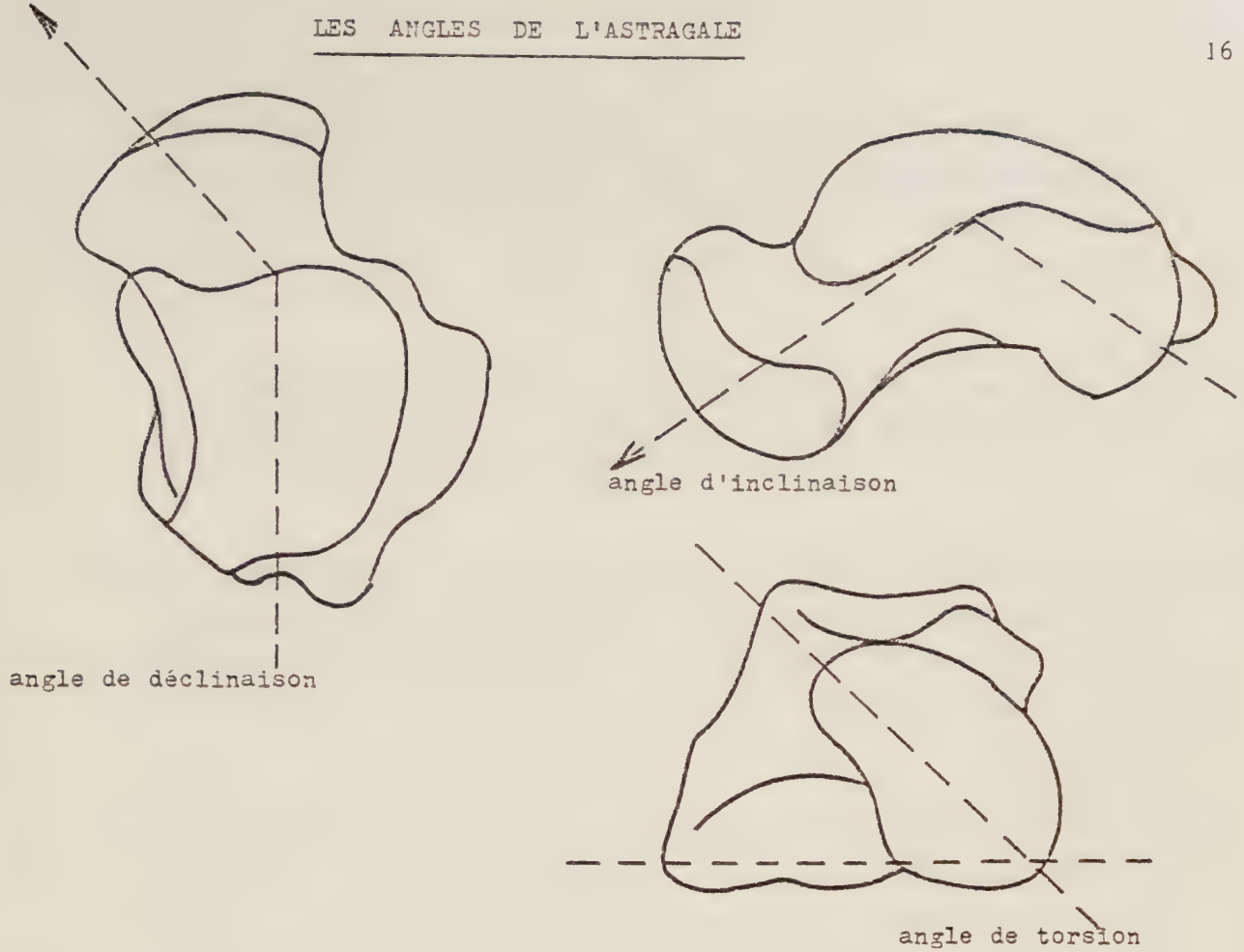


FIG. 3

PIED VU PAR SA FACE DORSALE



FIG. 4

- Puis le métatarse : constitué par cinq colonnettes osseuses, les métatarsiens, qui s'échappent comme autant de rayons divergents de l'extrémité antérieure du tarse. On désigne les métatarsiens sous les noms de premier, deuxième, troisième, etc... en allant de dedans en dehors.

Réunis et articulés entre eux à leur extrémité postérieure, ils sont séparés sur tout le reste de leur étendue par un espace ovalaire : l'espace inter-osseux.

- Enfin, les doigts de pied ou orteils continuent la direction des métatarsiens ; au nombre de cinq, ils sont désignés sous les noms de premier, deuxième, troisième, etc... en allant de dedans en dehors. Le premier et le cinquième sont également appelés gros et petit orteil.

Chacun des orteils est constitué par trois pièces osseuses ou phalanges distinguées en première, deuxième et troisième (ou P.1, P.2, P.3) en allant d'arrière en avant. On les désigne encore sous le nom de phalange, phalangine et phalangette. Seul le gros orteil n'en possède que deux : la première et la troisième : la deuxième lui fait défaut.

- Quant aux sésamoïdes, qui tirent leur nom des grains de sésame auxquels on les a comparés, ce sont des os courts, arrondis ou ovalaires, qui se développent soit au voisinage de certaines articulations du pied (sésamoïdes peri-articulaires) soit dans l'épaisseur d'un certain nombre de tendons (sésamoïdes intra-tendineux).

2.3.2 ELEMENTS DE GEOMETRIE :

Depuis les travaux de DESTOT (60), de nombreux auteurs ont été frappés par le fait que le pied pouvait être inscrit dans un angle : celui-ci tracé en prenant comme sommet un point fixe situé toujours au double de la longueur du pied.

L'angle de l'avant-pied diffère, en général, très peu de celui de l'arrière pied : il s'inscrit toujours entre 10° et $13^{\circ} 30'$.

Par un jeu subtil, des sub-divisions multiples des composants solides du pied ont été réalisées aussi bien longitudinalement que transversalement.

Il en résulte que l'orientation des os du squelette du pied, d'avant en arrière, et de bas en haut, est définie par les angles obtenus. Tous les os ont la même inclinaison sauf le corps du calcaneum qui présente une angulation opposée. Cette inclinaison est indispensable à la formation des voûtes plantaires (23).

2.3.3 LES ENVELOPPES DU PIED (135, 137) :

Souples élastiques et humides, les téguments du pied sont vulnérables aux traumatismes et représentent la voie d'abord chirurgicale. Grâce aux terminaisons nerveuses épanouies dans le conjonctif, la peau plantaire permet de reconnaître le sol, d'apprécier sa consistance, ses aspérités et de s'y adapter ; elle est plus épaisse que celle de la face dorsale, en particulier au niveau des surfaces portantes, par hypertrophie de la couche cornée, assez mince sous la voûte.

Le tissu adipeux, qui double profondément la peau, est aréolaire et cloisonné de tractus fibreux. Assez mince sous la voûte, il est développé en regard des points d'appui où il peut contenir des bourses séreuses "de secours" (18). Grâce à ce coussin protecteur, le pied est en quelque sorte "monté sur pneumatiques".

La nutrition est assurée par les effets de chasse des appuis successifs au niveau de la semelle veineuse de Lejars.

2.3.4 LES SYSTEMES AMORTISSEURS (47, 135) :

- Au niveau de la plante : le tissu cellulaire sous-cutané.
- Au niveau de l'arrière-pied : les ligaments latéraux internes et le jambier postérieur.
- Au niveau de l'avant-pied : le "ressort du talon antérieur" (ligament intermétatarsien et faisceau transverse de l'abducteur du gros orteil).

- Au niveau du médio-tarse : la barre de torsion d'Hendrix, faite du cuboïde, des troisième et second cunéiformes. Un bras de levier est formé par le calcaneum et l'autre par les deuxième et troisième métatarsiens.

2.3.5 CINESIOLOGIE (23, 53, 69, 135) :

Les mouvements du pied sont définis selon une terminologie précise :

- Autour d'un axe transversal :
 - . Flexion dorsale ou talus :
 - la face dorsale du pied se rapproche de la face antérieure de la jambe,
 - valeur normale 30°
 - . Flexion plantaire ou équin :
 - l'extension l'en éloigne
 - valeur normale 40°
- Autour d'un axe vertical :
 - . adduction (pointe en dedans)
 - . abduction (pointe en dehors)
- Autour d'un axe longitudinal : antéro-postérieur :
 - . la supination (varus) la plante regarde en dedans.
 - . la pronation (valgus) la plante regarde en dehors.
- La torsion du pied en dedans est réalisée par l'adduction combinée à la supination. C'est l'inversion des auteurs anglo-saxons.
- La torsion du pied en dehors est réalisée par l'abduction combinée à la pronation : c'est l'éversion.

La pro-supination s'effectue autour d'un axe horizontal antéro-postérieur.

2.3.6 LES SYSTEMES ARTICULAIRES (18, 24, 47, 52, 53, 74, 113, 135, 137, 163)

2.3.6.1 L'articulation tibio-tarsienne :

La plus importante, "la reine" selon FARABEUF, est formée de la poulie astragaliennne qui décrit un arc de 120° et la mortaise tibio-péronière maintenues en présence par la capsule fibreuse et les ligaments latéraux : l'un interne, l'autre externe.

Le pilon tibial assure la sustentation. L'axe qui réunit les deux malléoles (axe bi-malléolaire) est oblique de dehors en dedans et d'arrière en avant.

Mouvements : la tibio-tarsienne est une articulation normalement serrée et capable seulement de flexion plantaire et dorsale ou mouvement de flexion-extension qui se passe autour d'un axe transversal dans un plan sagittal.

L'axe de rotation ne correspond pas à la ligne bi-malléolaire. Il forme avec celle-ci un angle ouvert en dehors d'environ 8° . "C'est la ligne unissant le bord antérieur de l'extrémité de la malléole externe à la pointe de la malléole interne" (135).

Elle coïncide avec l'axe de rotation de la poulie astragaliennne. Le mouvement de flexion-extension du pied lui sera perpendiculaire. En outre, dans la flexion dorsale complète, la pointe du pied se porte en légère adduction, car le col et le corps de l'astragale forment un angle de déclinaison ouvert en dedans. L'amplitude totale du mouvement est d'environ 70° , soit environ 30 à 50° pour la flexion plantaire et 20 à 30° pour la flexion dorsale. Mais 15° dans l'un et l'autre sens, à partir de l'angle droit, suffisent à assurer une marche absolument normale.

La flexion plantaire est limitée par la tension des faisceaux antérieurs des ligaments latéraux ; au maximum d'amplitude, intervient le contact osseux de la marge tibiale postérieure "véritable taquet d'arrêt".

Ce mouvement est essentiellement sous la dépendance du triceps sural et accessoirement des péroniers latéraux en dehors et en de-

dans du jambier postérieur, du fléchisseur commun des orteils et du fléchisseur propre du gros orteil et pour mémoire le plantaire grêle en arrière.

La dorsiflexion est limitée par la tension des faisceaux postérieurs des ligaments latéraux. Au maximum le rebord tibial antérieur vient buter contre le col astragalien. Ce mouvement est sous la dépendance, en dedans, du jambier antérieur et de l'extenseur propre du gros orteil et, en dehors, de l'extenseur commun des orteils et du péronier antérieur lorsqu'il existe.

Pour obtenir une flexion pure, il est indispensable que les deux groupes musculaires se contractent simultanément.

Notons enfin que de très faibles mouvements de latéralité ont été décrits (135). Les joues astragaliennes peuvent glisser de façon minime sur les malléoles.

2.3.6.2 Articulations intrinsèques du pied :

Des sept groupes d'articulation du pied, nous rappellerons les principales :

2.3.6.2.1 L'articulation astragalo-calcanéenne :

encore appelée articulation sous-astragaliennne, unit la face supérieure du calcanéum à la face inférieure de l'astragale : c'est une double trochoïde inversée pour certains, arthrodie pour d'autres ; l'une postéro-externe, l'autre antéro-interne.

Elle est stabilisée par trois ligaments courts et puissants :

- . le ligament calcanééo-astragalien inter-osseux, le plus puissant des trois, occupe le sinus du tarse et joue un rôle primordial pour le maintien des rapports astragalo-calcanéens ;
- . le ligament calcanééo-astragalien externe ;
- . le ligament calcanééo-astragalien postérieur.

Ces deux derniers ont un rôle plus accessoire. L'obliquité des facettes articulaires de la sous-astragaliennne permet des mouvements spiroïdes complexes.

1. Un mouvement de supination-adduction (inversion) qui se décompose en deux temps :

- le calcanéum roule autour de son axe horizontal antéro-postérieur et se couche sur son flanc externe (supination - 45°) ;
- en même temps, l'os décrit un mouvement de pivot autour de l'axe vertical qui tombe de la jambe. L'extrémité antérieure du calcanéum vire en dedans sous la tête astragaliennne tandis que la grosse tubérosité se porte en dehors. Ainsi est obtenue l'adduction (15°) sous-astragaliennne. Ce mouvement complexe d'inversion du pied est limité par la tension du ligament en haie et du ligament péronéo-calcanéen. En fin de course, le sustentaculum tali vient au contact de l'astragale.

2. Dans le mouvement de pronation-abduction (éversion), l'inverse se produit. Le calcanéum se couche sur son flanc interne (pronation 25° et légère extension) tandis que l'extrémité antérieure de l'os se porte en dehors (abduction 15°) et la grosse tubérosité en dedans en même temps qu'elle s'abaisse légèrement par flexion dorsale du pied, ce dernier mouvement se passant, bien entendu, dans la tibio-tarsienne.

Ce mouvement d'éversion est limité par la tension du ligament en haie et du ligament tibio-calcanéen.

3. La sous-astragaliennne peut, en outre, exécuter d'autres mouvements de grande importance :

- mouvement de flexion-extension connu depuis longtemps et mis en évidence par des radiographies : la partie postérieure de l'articulation baille dans la flexion dorsale alors que c'est la partie antérieure qui baille dans l'extension.

Ainsi, après arthrodèse tibio-tarsienne, on peut espérer dans l'interligne sous-astragalien une flexion-extension de 20 à 30° (135).

- mouvement de glissement bien mis en évidence par l'école espagnole (216) grâce à la cinéradiologie : c'est l'olisthésis astragalo-calcanéen. Dans la flexion dorsale, la tête de l'astragale se relève et glisse en arrière sur le calcanéum. Dans l'extension, elle s'abaisse et glisse en avant sur cet os.

Le mouvement du tarse postérieur commande celui de l'avant-pied : en le bloquant, on perturbe le déroulement du pas (53, 135).

En résumé, la sous-astragaliennne est le siège principal des mouvements d'adduction, d'abduction et de rotation du pied sur la jambe ou, plus exactement, sur l'astragale intimement uni à la mortaise péronéo-tibiale.

Les différents mouvements peuvent se résumer à ceux du calcanéum sous l'astragale, celui-ci étant considéré fixe dans la mortaise tibio-péronière et, selon l'aphorisme de FARABEUF", le calcanéum tange, vire et roule sous l'astragale".

Ainsi les trois mouvements élémentaires sont ramenés à un mouvement simple autour de l'axe de HENKE-FARABEUF (fig. 6) passant par la partie supéro-interne du col de l'astragale, le sinus du tarse et la partie postéro-externe du calcanéum (47, 135).

2.3.6.2.2 L'articulation médio-tarsienne ou de Chopart :

unit la première rangée du tarse à la deuxième et s'étend transversalement du bord externe du pied à son bord interne. Quatre os la constituent : le calcanéum et l'astragale du côté de la première rangée ; le cuboïde et le scaphoïde du côté de la deuxième rangée. La médio-tarsienne comprend donc l'articulation calcanéo-cuboïdienne externe et l'astragalo-scaphoïdienne interne unies chacune par leurs ligaments propres et par un ligament commun ou ligament en Y ou en V.

Cette articulation de CHOPART possède des mouvements spiroïdes complexes : ainsi elle est capable de flexion-extension, d'adduction et d'abduction, de rotation en dedans et en dehors ; adduction supination = inversion, abduction-pronation = éversion.

Physiologiquement, les deux articulations qui caractérisent la médio-tarsienne sont liées afin de permettre au pied de s'adapter aux inégalités du sol ; d'ailleurs, la médio-sous-astragaliennne possède un seul axe, c'est celui de HENKE.

Ces deux articulations sont mues pour l'inversion par les jambiers et pour l'éversion par les péroniers latéraux.

2.3.6.2.3 Les autres articulations du tarse et du métatarse :

ont des mouvements relativement limités. Ils n'en sont pas moins fort utiles conférant à la coupole plantaire une élasticité qui amortit les chocs. Ils contribuent à suppléer les mouvements principaux du pied lorsqu'une ankylose les bloque.

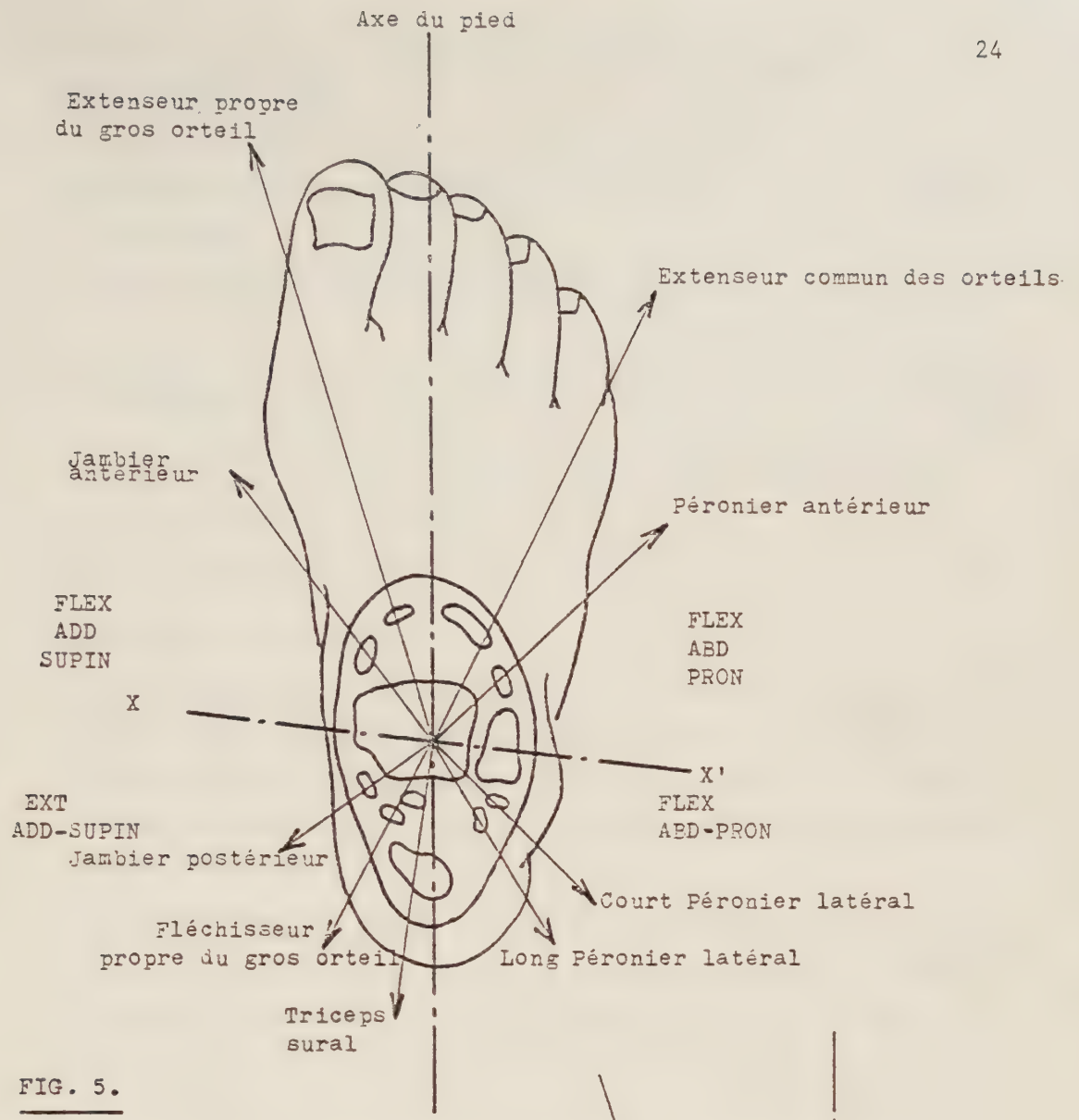
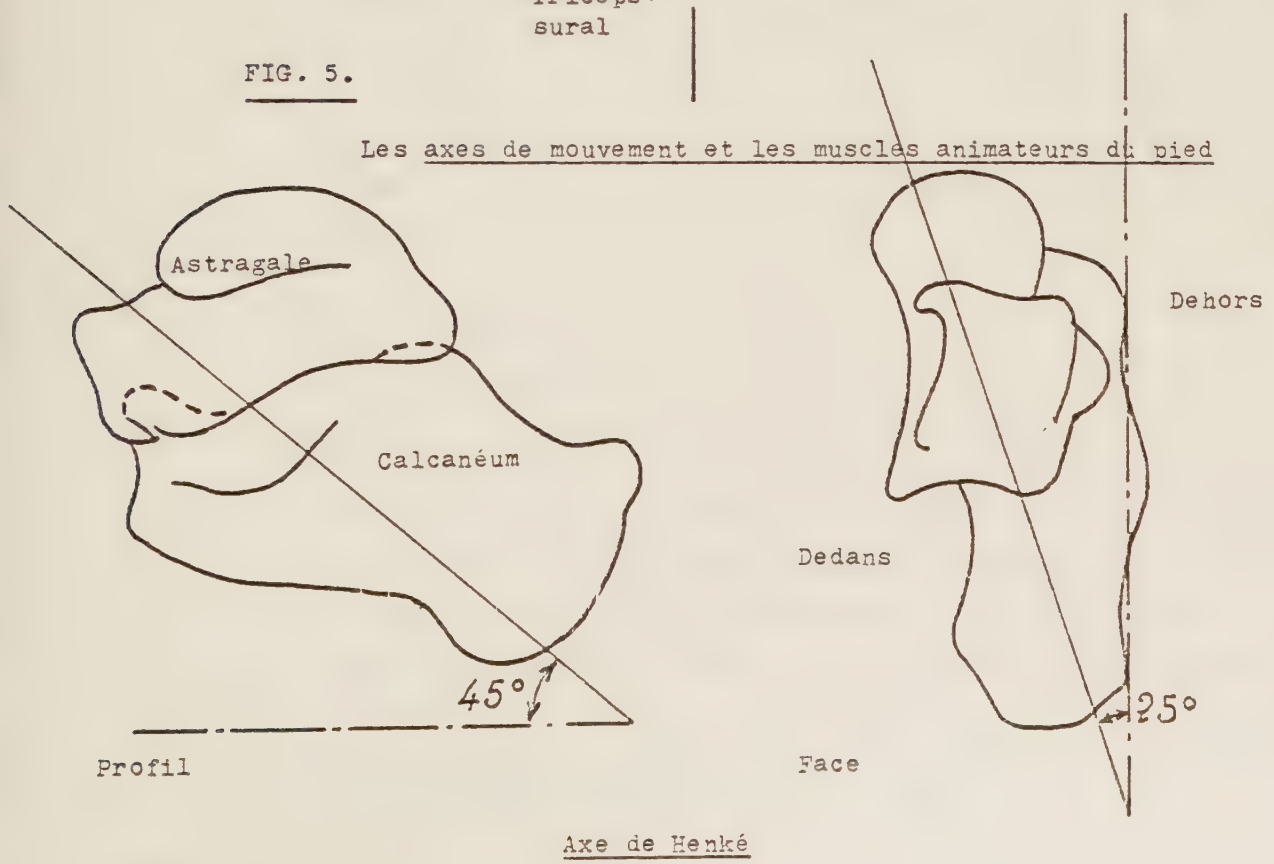


FIG. 5.

Les axes de mouvement et les muscles animateurs du pied



Profil

Face

Axe de Henké

FIG. 6 .

2.3.6.2.4 Autres articulations (métatarso-phalangiennes et inter-phalangiennes)

Les orteils sont capables de mouvements étendus :

- . flexion-extension et mouvements de latéralité pour les métacarpo-phalangiennes,
- . flexion-extension inter-phalangienne, etc...

2.3.7 LES MUSCLES (18, 23, 24, 47, 49, 53, 65, 135, 137, 204)(fig.5)

Les 34 muscles du pied se répartissent en deux catégories :

- les extrinsèques au nombre de 14,
- les intrinsèques au nombre de 20.
- Les muscles de l'éversion :
 - . Le court péronier latéral : se fixe sur la styloïde du cinquième métatarsien ; essentiellement abducteur mais, aidé par le péronier antérieur et l'extenseur commun des orteils, il devient abducteur-pronateur. Son rôle est de maintenir le pied en position intermédiaire.
 - . Le long péronier latéral : accroché au calcaneum par le tubercule des péroniers, il se dirige dans la gouttière de la face inférieure du cuboïde, croise la plante du pied et s'insère à la face externe de la base du premier métatarsien et sur la partie interne des cunéiformes. Il est abducteur et extenseur du pied et pronateur par abaissement de l'arche interne et élévation de l'externe ; gardien indispensable de la courbure de la voûte plantaire.
- Les muscles de l'inversion :
 - . Le jambier postérieur : s'insère sur le tubercule du scaphoïde et envoie des expansions plantaires vers le sustentaculum tali et les trois cunéiformes, le cuboïde et les bases des deuxième, troisième et quatrième métatarsiens. Il est fortement adducteur et s'oppose ainsi directement au court péronier latéral ; par ses expansions, il est faiblement supinateur et extenseur en synergie avec les fléchisseurs, propre du gros orteil et commun des orteils.

Ses fibres croisées avec celles du long péronier latéral concourent au maintien du creusement de la voûte.

- . Le_jambier_antérieur : s'insère sur le premier cunéiforme et la base du premier métatarsien ; supinateur et antagoniste du long péronier latéral, il creuse l'arche interne. De plus, fléchisseur dorsal et faiblement adducteur, il agit sur tous les éléments de l'arche interne, élève la base du premier métatarsien sur le premier cunéiforme donc la tête du premier et aussi le cunéiforme vers le scaphoïde.
- . L'extenseur propre du gros orteil : inséré sur la base du premier métatarsien; il est fléchisseur dorsal mais aussi adducteur et supinateur en synergie avec le jambier antérieur.
- . Le_triceps_sural : en contraction maximale, devient légèrement adducteur et supinateur faisant basculer le calcaneum autour de l'axe de HENKE.

A noter qu'à l'état de repos, la tonicité des supinateurs l'emporte sur celle des pronateurs.

2.4 LA VOUTE PLANTAIRE (32, 53, 65, 77, 135, 162)

Les éléments capsulo-ligamentaires qui solidarisent les différents articles de la chaîne osseuse du pied, la disposition anatomique de celle-ci ainsi que les éléments musculo-aponévrotiques confèrent à l'ensemble du pied une architecture harmonieuse en forme de voûte concave en tous sens. C'est la voûte plantaire plus étendue longitudinalement que transversalement. Elle est composée de trois arches reposant sur le sol par trois appuis osseux médiats :

2.4.1 LES APPUIS PLANTAIRES :

- Les tubérosités plantaires postérieures du calcaneum ou appui postérieur.
- La tête du cinquième métatarsien ou appui antéro-externe.
- La tête du premier métatarsien ou appui antéro-interne.

Ces points d'appuis osseux sont séparés du sol par les parties molles.

Réunis, ils déterminent le "triangle de sustentation" ou "triangle d'appui" (fig. 8).

2.4.2 LES "ARCHES" DU PIED (fig. 9, 10 et 11)

2.4.2.1 L'arche interne :

Elle s'étend de l'appui postérieur jusqu'à l'appui antéro-interne. Elle est ascendante, d'arrière en avant, vers le sustentaculum tali, le scaphoïde, point culminant, distant du sol de 15 à 18 millimètres,

La mortaise, l'astragale et le calcanéum sont schématisés en superposition.

En $\bullet$ convergent les axes du calcanéum, de l'astragale et de la mortaise. Ce point est situé en dehors du grand axe du pied et en arrière de l'axe de rotation qui se rencontrent en $+$. Le point noir représente le centre des pressions (DESTOT).

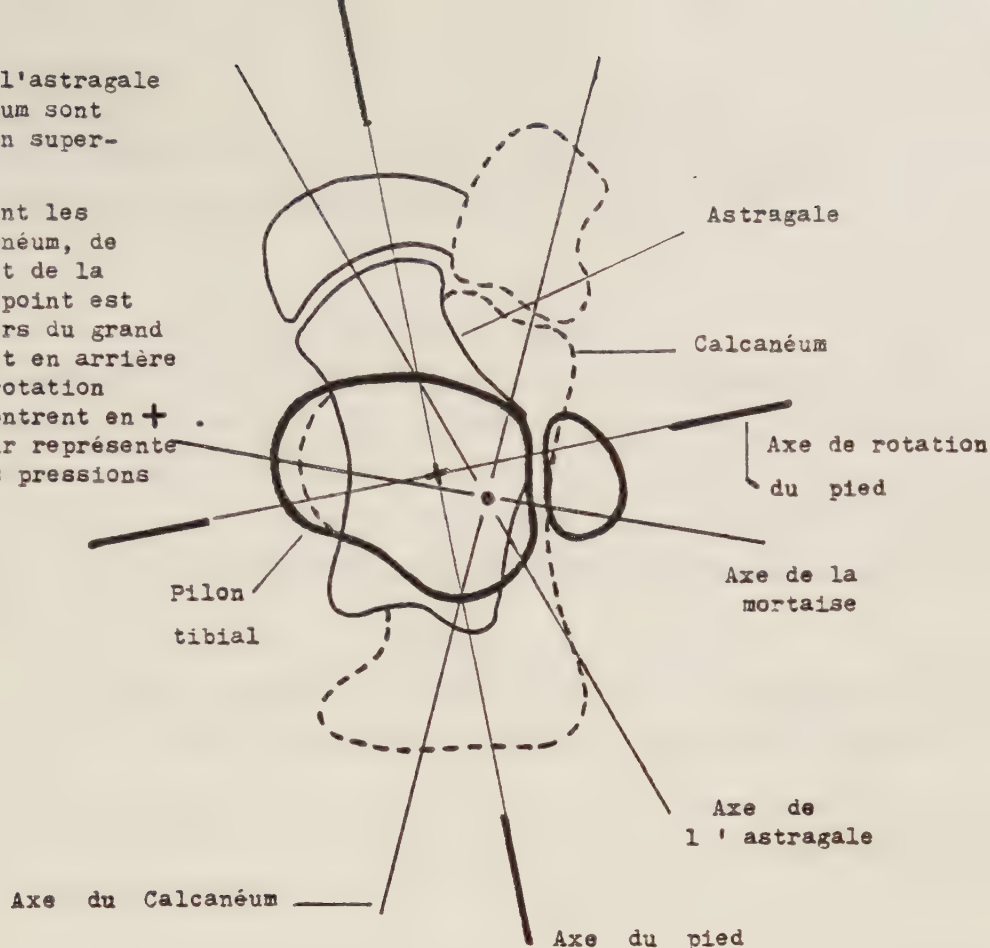
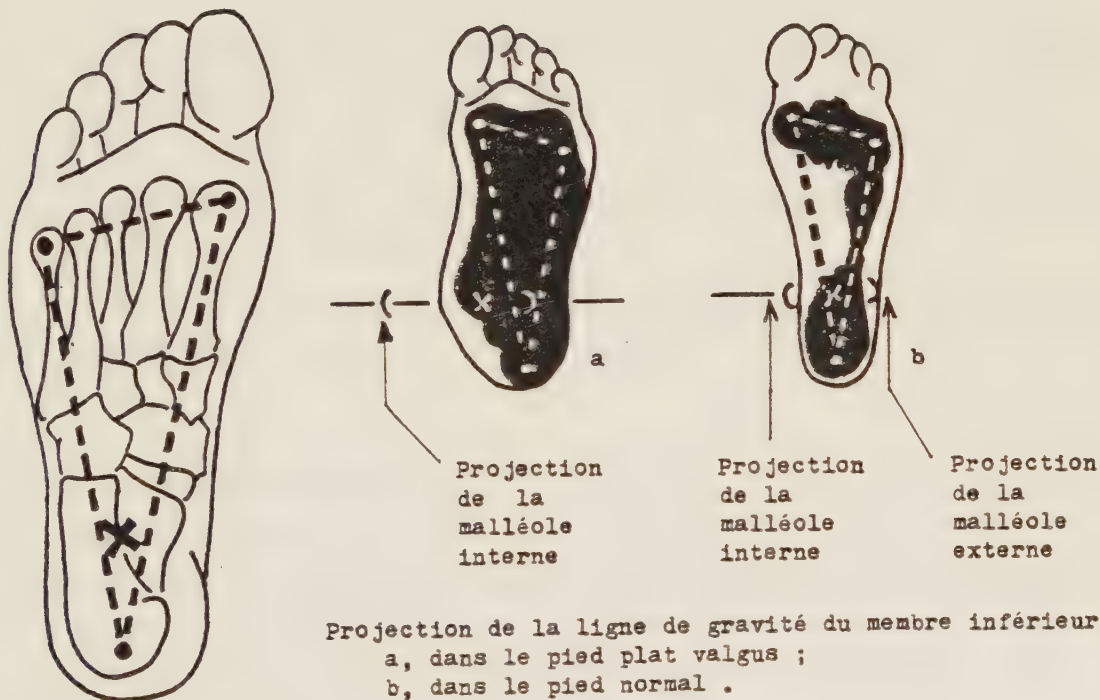


FIG. 7.



Projection de la ligne de gravité du membre inférieur (x):
a, dans le pied plat valgus ;
b, dans le pied normal .

Triangle d'appui du pied .
En x aboutit la ligne de gravité du membre inférieur .

FIG. 8.

puis descendante vers le premier cunéiforme et le premier métatarsien. L'astragale, situé en superstructure, n'entre pas dans sa constitution (135).

Elle est comparée à un ressort long, flexible, qui s'abaisse et s'allonge légèrement lors de la mise en charge. Sa concavité est bien dessinée. L'assemblage de la charpente osseuse est maintenue par des ligaments résistants aux efforts violents mais de courte durée (surtout les ligaments calcanéo-scaphoïdien inférieur et astragalo-calcanéen) à l'inverse des muscles qui s'opposent aux déformations prolongées (23).

Les muscles joignant les points plus ou moins éloignés de l'arche, forment des cordes partielles ou totales, véritables tendeurs :

- le jambier postérieur : "corde partielle" tendue près du sommet de l'arche, ramène le scaphoïde en bas et en arrière sous la tête de l'astragale ;
- le long péronier latéral : augmente la concavité de l'arche en fléchissant le premier métatarsien sur le premier cunéiforme et celui-ci sur le scaphoïde. Il agit également sur l'arc antérieur.
- le fléchisseur propre du gros orteil : sous-tend presque totalement l'arche interne en synergie avec le fléchisseur commun. Il joue aussi le rôle de stabilisateur de l'astragale et du calcanéum.
- l'adducteur du gros orteil : sous-tend entièrement l'arche interne (tendeur très efficace).
- par contre, le jambier antérieur, l'extenseur propre du gros orteil, diminuent la courbure de l'arche interne.

2.4.2.2 L'arche externe :

Elle s'élève en pente douce, depuis l'appui postérieur, vers la grande apophyse calcanéenne pour culminer au niveau du cuboïde peu distant du sol (3 à 5 millimètres), redescend ensuite vers le cinquième métatarsien pour terminer à l'appui antéro-externe.

Elle prend contact avec le sol par l'intermédiaire des parties molles (bande intermédiaire de l'empreinte plantaire). Elle est comparée à un ressort court de grande résistance assurée essentiellement par le ligament calcanéo-cuboïdien.

LES ARCHES PLANTAIRES

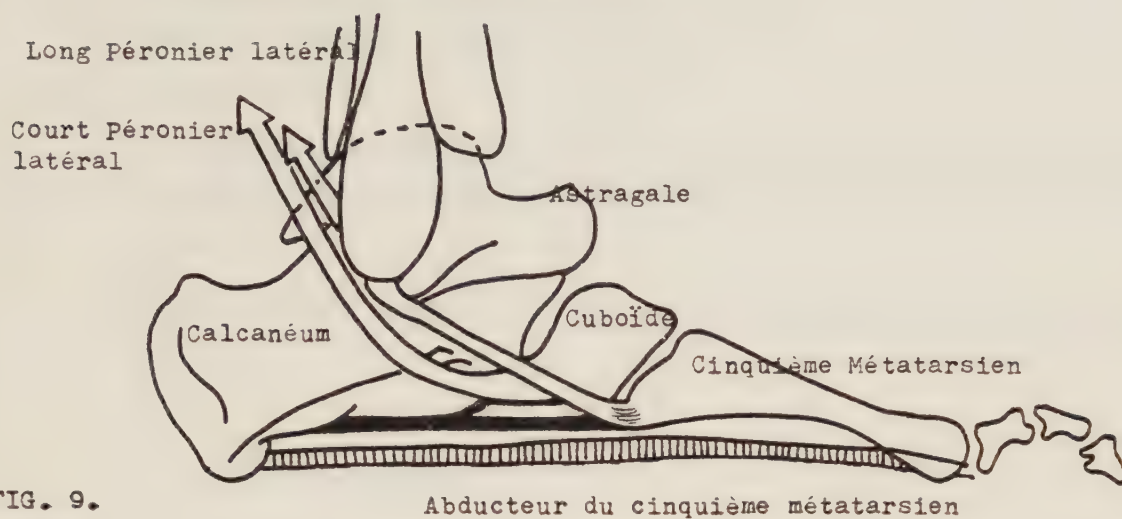


FIG. 9.

ARCHE EXTERNE



FIG. 10.

ARCHE ANTERIEURE

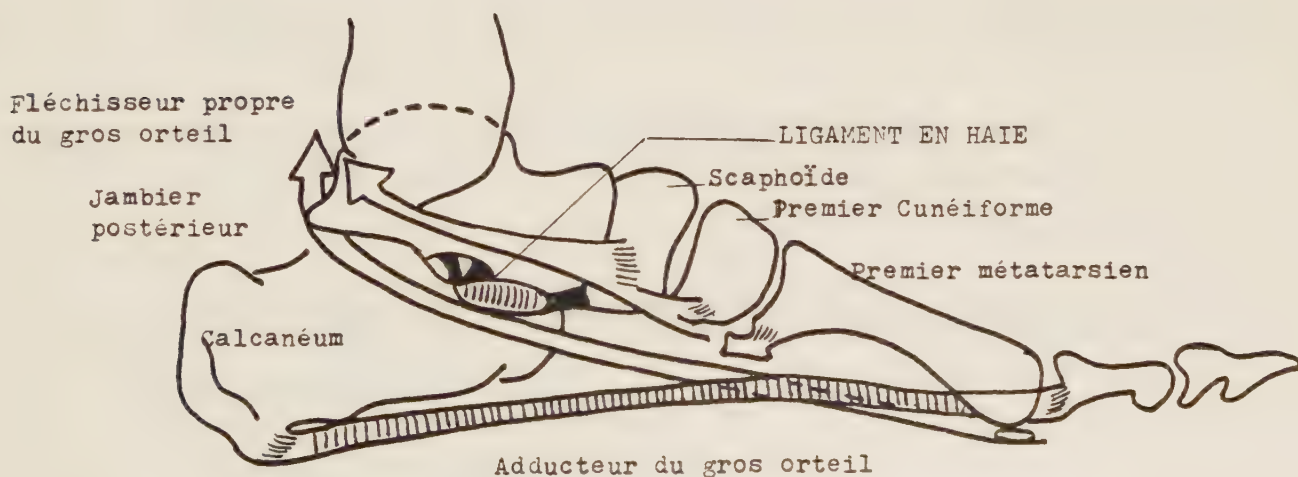


FIG. 11.

ARCHE INTERNE

Trois muscles forment les tendeurs actifs de cette arche :

- le court péronier latéral : "corde partielle" de l'arche empêche (avec le ligament calcanéo-cuboïdien) le baillement inférieur des articulations ;
- le long péronier latéral a le même rôle avec, en plus, un soutien "élastique" de l'extrémité antérieure à la manière du fléchisseur propre ;
- l'abducteur du cinquième orteil sous-tend totalement l'arche (corde totale).

2.4.2.3 L'arche antérieure :

comparable à un ressort court, flexible, relie les deux appuis antérieurs. Elle est constituée par les cinq têtes métatarsiennes et sous-tendue par le faisceau transverse de l'abducteur du gros orteil ; celui-ci, peu puissant, forme une série de cordes partielles et totales. Elle repose au sol par les parties molles : "talon antérieur". Sa concavité est peu accentuée. Certains auteurs considèrent que l'arche antérieure n'existe que sous les bases métatarsiennes (RABISCHONG -47).

En somme :

- . l'arc moyen transversal scapho-cuboïdien repose du côté externe sur le cuboïde, alors que du côté interne, le scaphoïde est suspendu au dessus du sol. La courbure de cet axe est maintenue par les expansions du jambier postérieur, celles-ci ayant un rôle surtout statique ;
- . le long péronier latéral, important sur le plan dynamique, forme le système tendeur oblique en avant et agit sur les trois arches.

2.4.3 LES DEFORMATIONS STATIQUES PHYSIOLOGIQUES DE LA VOUTE PLANTAIRE LORS DE LA CHARGE (23) :

Chaque arche s'écrase et s'allonge :

- . l'arche interne distant du sol de 7 à 18 mm s'abaisse de 1,5 à 3 mm ; l'astragale recule sur le calcaneum. Le scaphoïde remonte sur la tête

de l'astragale tout en s'abaissant par rapport au sol.
 Les articulations scapho-cunéennes baillent vers le bas.
 Le talon recule.

- . L'arche externe suit les mêmes déplacements avec abaissement du cuboïde, du cinquième métatarsien et baillement vers le bas des articulations calcanéocuboïdienne et cuboïdo-métatarsiennes.
- . L'arche antérieure s'étale de part et d'autre du deuxième métatarsien. L'écart s'accroît de 5 mm entre le premier et le deuxième, de 2 mm entre le deuxième et le troisième, de 4 mm entre le troisième et le quatrième, de 1, 5 mm entre le quatrième et le cinquième. L'avant-pied s'élargit en moyenne de 12,5 mm.
- . La courbure transversale diminue aussi à la jonction cunéo-scaphoïdienne.

À noter, par ailleurs, que la tête de l'astragale se déporte en dedans de 2 à 6 mm et la grande apophyse du calcanéum de 2 à 4 mm.

Il s'ensuit "une cassure torsion" (113) du pied au niveau de la médio-tarsienne, l'axe de l'arrière-pied se déporte en dedans, alors que celui de l'avant-pied dévie en dehors. L'arrière-pied tourne en abduction-pronation et légère extension, alors que l'avant-pied effectue les mouvements relatifs de flexion-abduction-supination.

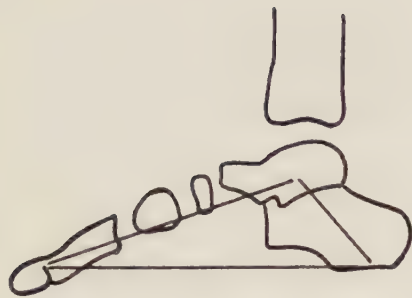
Ce phénomène est particulièrement marqué dans le pied plat valgus (23).

2.4.4 TRANSMISSION ET REPARTITION DES PRESSIONS (fig. 7, 8, 12 et 13)

La voûte plantaire, comparée par DESTOT (135) à une demi assiette creuse renversée, peut être assimilée, du point de vue architectural, à une ferme "la ferme du pied" (53), dont les deux arbalétriers seraient les éléments osseux et l'entrait les ligaments, les muscles et surtout l'aponévrose plantaire.

L'astragale représente "le joint, la bille" placé au sommet de la ferme, qui transmet le poids du corps reçu du pilon tibial, et le

LA "FERME" DU PIED



Entrait

Arbalétriers
(53)



Axe statique du pied

(53)

FIG. 12.

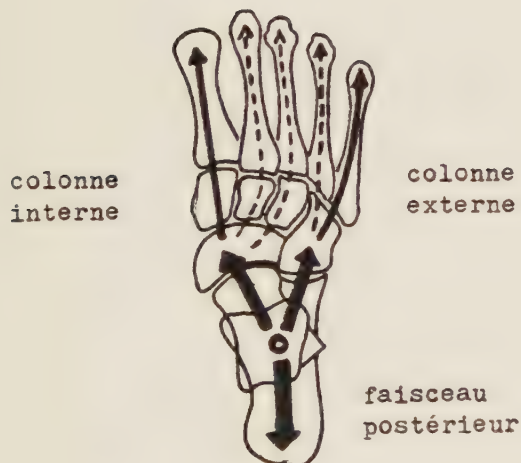


FIG. 13.

Transmission des pressions

(136)

répartit, selon la direction des deux arbalétriers, en deux faisceaux de forces sensiblement égales :

- . l'un postérieur pour le calcanéum,
- . l'autre antérieur réparti en deux colonnes interne et externe suivant respectivement, pour deux tiers, la direction de l'appui antéro-interne, et, pour un tiers, celle de l'appui antéro-externe.

Le blocage du corps de l'astragale, à la fois dynamique (128) et statique (225), nécessaire à la transmission des couples de forces, ne peut être réalisé que par les deux systèmes du tarse postérieur :

- . la pince molléolaire assure la rotation-serrage des diamètres transversaux et maintient ainsi l'équilibre transversal du pied. Elle constitue le système de direction ;
- . le pilon tibial et le calcanéum assurent le blocage vertical.

Le point de rencontre de la projection des trois axes du calcanéum, de l'astragale et de la mortaise tibio-péronière correspond au centre des pressions tibiales. Il se situe en dehors du grand axe du pied et un peu en arrière de l'axe de rotation de ce dernier (fig. 7, 8) à l'intérieur du "triangle d'appui".

En cas de valgus pathologique, la ligne de gravité du membre inférieur se projette en dedans du bord interne du triangle d'appui.

2.4.5 LA BASE DE SUSTENTATION (135) (fig. 14)

L'axe du pied qui prolonge celui de la jambe va du milieu de l'espace intermalléolaire vers le deuxième orteil. Il n'est pas perpendiculaire à la ligne bimalléolaire.

En station plantigrade, les axes du pied droit et gauche se coupent en arrière du talon. Ils forment, avec la droite qui unit l'extrémité des gros orteils, un triangle étroit si les pieds sont serrés.

La ligne de gravité, qui tombe du sommet du crâne, touche le sol à l'intérieur du triangle de sustentation sur la ligne des deux médiotarsiennes condition de l'équilibre qui se conforte en écartant les pieds pour élargir le triangle.

2.4.6 ELEMENTS DE BIOMECHANIQUE (fig.17)

Du point de vue biomécanique, il n'existe pas de voûte plantaire stricto sensu. Ouvrage cintré, doué de cohésion et de rigidité (82), le pied humain est considéré comme un système de poutres composites, interdépendantes, constituées de deux matériaux résistants : l'un à la compression, l'autre à la traction. Ce système est plus efficace qu'une poutre homogène qui s'effondre, se tasse ou se déchire.

En station debout, les pressions arrivent au pied par le pilon tibial et soumettent les poutres, du fait de l'éloignement des zones d'appui, aux contraintes de flexion (compression et traction).

Les os et les articulations résistent le mieux aux compressions, alors que les parties molles capsulo-ligamentaires, aponévrotiques et myo-tendineuses résistent à la traction.

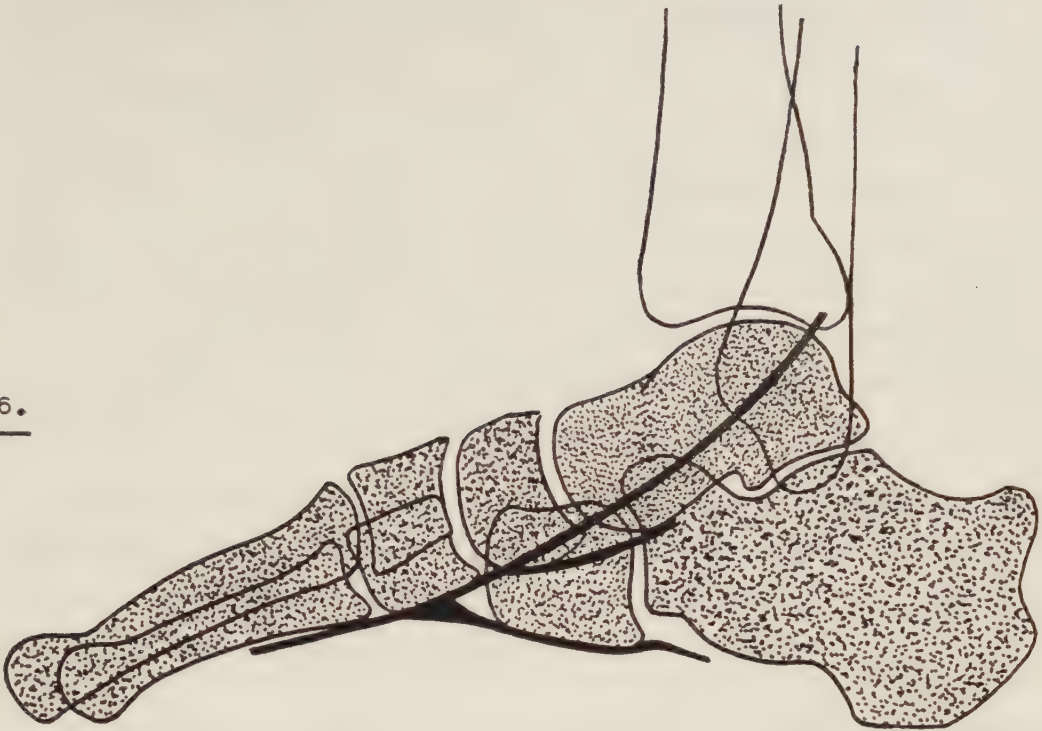
Deux notions à souligner :

- La première : un phénomène d'interdépendance : le pied, organe souple et déformable, à la fois précis et complexe, peut être comparé à un micro-ordinateur (204) où chaque élément constitutif participe au maintien de l'équilibre statique et de la cohérence de l'ensemble architectural par une interdépendance :
 - . passive : dépendant des formations capsulo-ligamentaires et aponévrotiques,
 - . active : faisant appel à des récepteurs sensitifs, proprioceptifs, à des effecteurs musculo-tendineux et entre les deux à un circuit neurologique régulateur.
- La deuxième est que le pied résiste mieux à l'appui qu'à toute autre contrainte car les tenseurs les plus puissants sont à la face inférieure des éléments ostéo-articulaires.

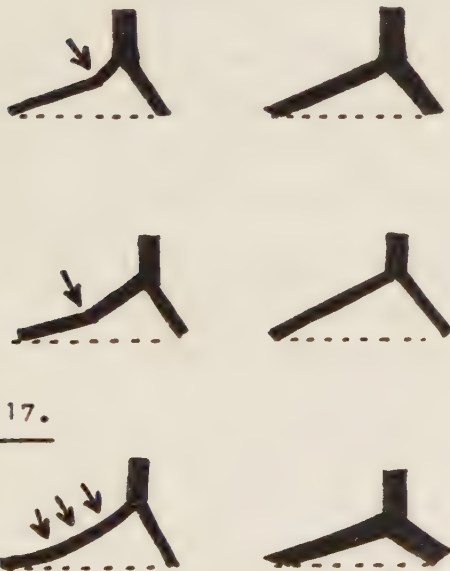
2.4.7 L'EQUILIBRE DU PIED (fig. 16 et 18)

Il dépend de deux éléments fondamentaux :

FIG. 16.



Le triangle statique : calcanéum , astragale , scaphoïde , cuboïde , 2^e et 3^e cunéiformes, 2^e et 3^e métas. Leurs articulations , leurs ligaments et l'aponévrose plantaire superficielle.



F.G. 17.

L'inflexion d'une poutre (à gauche) localisée plurifocale ne doit pas être confondue avec un aspect morphologique de suspension surbaissée (à droite).

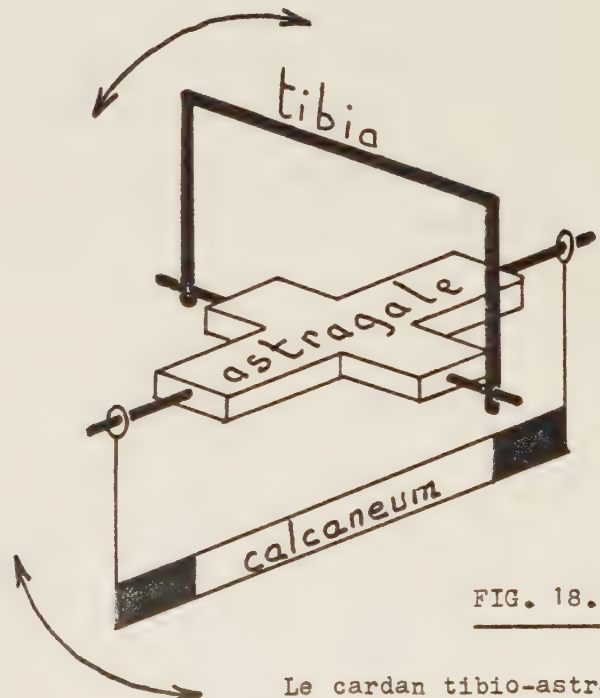


FIG. 18.

Le cardan tibio-astragalo-calcaneen.

2.4.7.1 Le triangle statique, soumis à l'interdépendance passive :

En station bipodale, l'électromyographie montre l'absence de contraction des muscles du pied. En outre, la forme générale du pied, sous contrainte d'appui, ne s'altère pas après suppression, sur un membre inférieur de cadavre, de tous les muscles, des premier, quatrième et cinquième métatarsiens. Toutes les formations restantes (osseuses, capsulo-ligamentaires et aponévrotiques) constituent ce que DE DONCKER appelle le triangle statique, celui-ci permettant la transmission des contraintes mécaniques de l'appui.

L'assouplissement de cette structure (détente ligamentaire, mobilité articulaire) permet, en décharge, l'adaptation passive du pied au sol, alors qu'en charge, la tension ligamentaire et l'accolement des surfaces articulaires "verrouillent" le triangle.

En résumé, le triangle statique constitue l'ensemble des éléments dont l'interdépendance, au niveau du pied, est la plus étroite. Sa stabilité nécessite le maintien de la rotation de l'axe tibial.

2.4.7.2 Le contrôle des rotations, lié à l'interdépendance active :

Celle-ci s'exerce au niveau :

- du cardan astragalo-calcanéen formé par les articulations tibio-tarsiennes et sous-astragaliennes. Leurs axes de rotation étant concourants, ils permettent quelques degrés de liberté. L'axe tibial demeurant libre autour de la tibio-tarsienne.
- de la torsion et détorsion ; où les rapports entre l'arrière et l'avant-pied peuvent se modifier en fonction des contraintes de rotation sous appui.

2.5 LA MARCHÉ (50, 52, 53, 65, 135)

S'il est le support du poids du corps en position debout, le pied est l'élément propulsif de la marche qui est un exercice physiologique essentiel, succession d'appuis uni- et bilatéraux. Ce phénomène, appris d'instinct, est extrêmement complexe. Nous résumerons l'essentiel.

Lors de la marche normale, les deux pieds reposent à terre certains moments et jamais le corps n'abandonne totalement le contact du sol.

Les divers moyens d'étude (podoscopie, technique des empreintes en relief, image cinématographique de la plante, tomographies perpendiculaires prises en charge et en décharge ...) permettent d'analyser les temps de la marche et les aspects de l'empreinte pendant le déroulement du pas (fig. 15) :

1. Premier double appui :

les deux membres inférieurs divergent comme les branches d'un compas. Le membre antérieur aborde le sol par le talon puis la tête des métatarsiens, le postérieur par la pointe. La ligne de gravité qui tombe du sommet du crâne aboutit entre les deux pieds.

2. Premier appui unilatéral :

le membre antérieur, qui a abordé le sol par le talon, sert de point fixe, le pied demeure à plat, la tibio-tarsienne se ferme, le membre postérieur oscille, d'arrière en avant, et au milieu de sa course il croise le membre portant : c'est le moment de la verticale.

3. Deuxième double appui :

le pied oscillant attaque le sol par le talon, le pied portant, y repose par les orteils. C'est l'inverse du premier double appui.

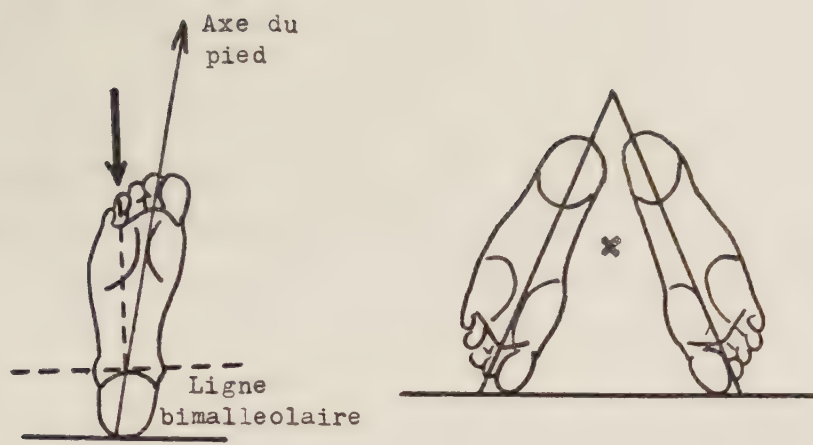


FIG. 14.

Base et triangle de sustentation . En X aboutit la ligne de gravité du corps.



FIG. 15.

DEROULEMENT NORMAL DU PAS .

Les différentes phases de l'appui lors de la marche.

4. Deuxième appui unilatéral :

le membre postérieur est à son tour portant et joue le rôle de point fixe, le membre opposé après avoir agrippé le sol décolle le talon, s'élève, oscille d'arrière en avant pour venir toucher le sol.

Ainsi, le cycle recommence. La révolution complète comporte deux pas (gauche et droit) et la distance qui sépare deux appuis successifs du même pied au sol définit le pas.

Divers mouvements de torsion et d'inclinaison du bassin et des épaules ainsi que de balancement des membres supérieurs s'associent au phénomène de la marche pour la rendre harmonieuse, cohérente et équilibrée.

La marche dite en flexion est la plus physiologique ; toutefois, il existe des allures vives ou encore la course qui est une succession de bonds : "saut en longueur d'un pied sur l'autre".

Déroulement du pied pendant la marche :

Le pied se déroule sur son bord externe du talon à la pointe ; voici les divers temps :

- début de l'appui du talon ;
- plein appui du talon : en même temps, la première et la cinquième tête métatarsienne abordent le sol formant chacune une petite empreinte arrondie (au début de l'appui) ;
- les deux empreintes antérieures viennent au contact l'une de l'autre et se fusionnent sur la ligne médiane ;
- l'empreinte antérieure ainsi formée occupe tout l'avant-pied. L'empreinte postérieure est ovale. Elles se rejoignent au milieu du bord externe.
- la bande externe est pleinement dessinée ;
- la pression diminue sur le talon et augmente sur l'avant-pied ;
- le talon s'élève. L'empreinte antérieure est renflée à son bord interne, étirée en arrière à son bord externe, l'extrémité des cinq orteils adhère vigoureusement au sol ; la première tête et la face plantaire du

gros orteil constituent l'appui direct essentiel. La cinquième tête et la face plantaire des quatre orteils externes forment un appui direct moins important. Les têtes métatarsiennes moyennes, appuis indirects, reçoivent une pression moindre.

- l'appui diminue sur la cinquième tête ;
- il se reporte une courte fraction de seconde sur la quatrième tête ;
- l'appui externe passe de la quatrième à la troisième tête ;
- l'empreinte antérieure se réduit encore. L'appui se fait fortement sur le gros orteil, sur la première tête, moins fortement sur la deuxième tête et sur les orteils moyens qui déchargent les têtes métatarsiennes. L'empreinte du cinquième orteil disparaît.
- quand le déroulement du pas est complet, l'appui sur la première tête se trouve notablement réduit ou même absent.

Soulignons le rôle du cuboïde, qui constitue la clé de la voûte plantaire (DESTOT). En effet, dans le pied normal, les empreintes antérieures et postérieures se rejoignent à la jonction du cuboïde et du cinquième métatarsien : point d'appui dynamique.

Caractéristiques du pas :

Défini ci-haut, le pas se mesure de talon à talon et on appelle angle du pas, l'angle formé par la ligne de marche et l'axe du pied, qui se coupent en arrière. Sa valeur normale est variable mais en moyenne de 12 à 15°.

La largeur du pas est la distance qui sépare le talon de la ligne de marche. Pour une vitesse moyenne, elle est de 5 à 6 cm.

La verticale qui tombe sur la tibio-tarsienne du pied portant, divise le pas en deux parties : postérieure et antérieure.

La durée du pas comprend la période de double appui et celle deux fois plus longue d'appui unilatéral. Au-delà d'une certaine cadence, les deux temps s'égalisent, la cadence étant le nombre de pas fait en une minute. La vitesse de marche (espace parcouru en une minute) est égale au produit de la longueur du pas par sa cadence.

Ce schéma classique est en fait sujet à de nombreuses variations où interviennent :

- . la nature du sol,
- . la sveltesse ou l'obésité,
- . le port de charge ou la fatigue,
- . la race ou le type social (homme sous-alimenté, porteur de fardeaux, le marin qui élargit le triangle de sustentation en écartant les jambes, mécaniciens et chauffeurs de locomotive, le montagnard, etc...),
- . le costume, la chaussure (talon haut consacrant la prédominance du talon antérieur).

2.6 CONCLUSION :

Le plan mécanique du pied normal est en tout point admirable. Néanmoins, il suffit d'une légère modification statique pour en fausser les rouages. L'exemple en est le pied plat valgus de l'enfant.

=====-

3 - LE PIED PLAT VALGUS DE L'ENFANT

(10, 13, 15, 18, 23, 34, 36, 42, 43, 47, 48, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 73, 81, 89, 95, 119, 124, 131, 132, 133, 135, 139, 140, 142, 144, 147, 153, 171, 177, 190, 204, 215).

3.1 NOTIONS PRELIMINAIRES - DEFINITIONS :

Le pied plat valgus de l'enfant se caractérise (220) par :

- la disparition plus ou moins complète de la voûte plantaire ;
- un valgus calcanéen qui dépasse la limite du valgus physiologique (5 à 8°) pour atteindre parfois des chiffres très élevés (25-30°),
- une éversion médio-tarsienne interne en général proportionnelle au valgus calcanéen pathologique.

Définition du pied plat :

Le terme latin "pes valgus" et son équivalent "pied plat" sont inexacts stricto sensu ; mais, dans leur sens le plus large, ils sont commodes pour distinguer toute déformation du pied dans laquelle la voûte longitudinale s'est affaissée. Ainsi, peut-on définir le pied plat comme la perte de la voûte longitudinale interne plantaire (48, 150).

Définition du valgus :

"L'axe de la jambe détermine, normalement, avec l'axe du calcaneum, un angle ouvert en dehors : lorsque cet angle est supérieur à 5°,

la pronation du calcaneum est considérée comme pathologique; cette pronation du calcaneum définit le valgus" (174). Le valgus physiologique joue le rôle d'"amortisseur" élastique par le changement de direction des vecteurs de pressions transmises au tarse postérieur.

Définition du pied plat valgus de l'enfant (56, 57) :

Par pied plat valgus de l'enfant (appelé encore pied plat valgus statique souple, pied plat laxé, pied plat souple flexible, pied plat essentiel de l'enfant ...), on désigne la déformation résultant de l'impossibilité par l'enfant à maintenir la cambrure du pied en position debout ; cambrure qui réapparaît, plus ou moins, en position de décharge, dans la plupart des cas. Cette réductibilité, libre ou provoquée, partielle ou totale, du planus caractérise le pied plat valgus statique souple de l'enfant.

Deux remarques :

- par opposition à ce type de pied plat valgus ainsi défini et rencontré chez l'enfant hypotonique ou ayant une laxité ligamento-articulaire, certains auteurs, comme VOUTEY (220), ont voulu réserver le terme de pied plat essentiel à la déformation présentant les mêmes critères mais beaucoup plus accentués, à savoir :

- . l'impossibilité de faire réapparaître la cambrure interne du pied lors de la correction en charge du valgus calcaneen,
- . l'exagération radiologique des angles de divergence astragalo-calcaneenne en charge, angles qui demeurent pratiquement inchangés en décharge.

Actuellement, on utilise la classification des pieds plats valgus en trois types ou degrés selon des critères cliniques, podoscopiques et radiologiques (18, 57, 170).

- faut-il distinguer dans le pied plat valgus la part respective du valgus et de l'affaissement de la voûte plantaire ?

Soulignons d'emblée, pour ne plus y revenir, que les deux déformations (valgus de l'arrière-pied et planus de l'avant-pied) existant au niveau du pied plat essentiel ne sont pas obligatoirement liées et

que la correction du valgus de l'arrière-pied ne saurait toujours corriger en même temps le planus de l'avant-pied.

C'est pourquoi il convient de distinguer (195) :

- . le pied plat où le planus de l'avant-pied domine (planus majeur) avec un effondrement de la colonne astragalo-scapho-cunéenne et où l'arrière-pied est presque normal ; variété très rare correspondant au pied plat ancestral, bien toléré, peu réductible par la semelle orthopédique mais pouvant devenir douloureux par arthrose à la cinquantaine.
- . le pied plat comportant un important valgus postérieur associé à un planus de l'avant-pied qui s'exagère à la mise en charge, variété de loin la plus fréquente, caractérisée par sa plus ou moins grande réductibilité.

C'est ce type qui retiendra notre attention.

3.2 DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL :

Etudiant le pied plat valgus essentiel de l'enfant, nous éliminerons les autres étiologies.

3.2.1 ATTEINTE NEURO-MUSCULAIRE CENTRALE OU PERIPHERIQUE RENCONTREE dans :

- la poliomyélite antérieure aiguë surtout les formes frustes avec atteinte isolée du jambier antérieur ;
- le spina-bifida avec atteinte des racines L.5 ou S.1 ;
- l'infirmité motrice d'origine cérébrale où s'intègre le pied plat spastique parfois unique manifestation d'une atteinte minime ;
- une affection neurologique débutante.

3.2.2 MALADIE GENETIQUE :

myopathie, maladie de Marfan, trisomie 21, ostéochondrodysplasies ...

Le pied plat n'est souvent qu'un élément mineur dans un contexte beaucoup plus grave.

3.2.3 ETIOLOGIE TRAUMATIQUE, INFLAMMATOIRE OU INFECTIEUSE :

- luxation médio-tarsienne, fracture du tarse, lésions de la mortaise tibio-tarsienne ou du tibia sus-jacent ;
- ostéochondrite fréquente autrefois dans les manipulations intempestives des pieds bots varus équins ;
- ostéo-arthrites parfois iatrogènes (perfusions sur le cou-de-pied).

3.2.4 LES PIEDS PLATS CONGENITAUX ET LES PIEDS PLATS DONT L'APPARITION EST FAVORISEE PAR DES TROUBLES OU ANOMALIES CONSTITUTIONNELS (22, 75, 83, 84, 92, 109, 108, 111, 135, 146, 158, 160, 178, 183, 221)

3.2.4.1 Pied valgus congénital convexe

ou "flat foot" des auteurs anglo-saxons, ou "rocker bottom foot". C'est en fait une malformation qui s'intègre dans le cadre des pieds bots ; le diagnostic est aisé dès la naissance : pied en "piolet" de ROCHER ou pied en "escarpolette" de MAU ou encore en "tampon buvard". L'anomalie congénitale réside dans la verticalisation presque complète de l'astragale (160).

3.2.4.2 Pied plat par synostoses congénitales du tarse

soit astragalo-calcanéennes soit calcanéo-scaphoïdiennes moins fréquentes. On y rattache des formes plus élémentaires telles les syndesmoses et les synchondroses.

Autres variétés très rares : calcanéo-cuboïdiennes, astragalo-scaphoïdiennes, scapho-cuboïdiennes, parfois formes totales.

3.2.4.3 Pied plat par anomalie ou dystrophie constitutionnelle :

- Osseuse, constituée essentiellement par l'existence de sésamoïdes notamment os tibial externe encore appelé os scaphoïde accessoire ou pré-hallux, os supra-naeviculaire, os péronier, mais ce sont souvent des faux pieds plats.
- Musculo-tendineuse, qui jouerait, dans le pied plat de l'enfant, un rôle plus important que le squelette (158). On cite les défauts d'insertion du péronier antérieur ou troisième péronier, du quatrième péronier, du jambier antérieur, de l'extenseur propre du gros orteil, des anomalies de développement du court péronier, d'une brièveté du tendon d'Achille : élément d'une entité décrite par HARRIS et BEATH sous le nom de "pied plat hyperlaxe par tendon d'Achille court" (204). Ce type de pied plat se caractérise par son aggravation progressive dès l'âge de 4 à 5 ans pour devenir importante à l'adolescence.

3.2.5 PIEDS PLATS SOUS-JACENTS A UNE RUPTURE DE L'AXE D'EQUILIBRE DES MEMBRES INFERIEURS :

Cadre complexe des pieds plats secondaires ou faux pieds plats de SCHNEPP (194) ou pieds plats valgus compensateurs de LELIEVRE (135).

Il peut s'agir d'une exagération de l'antéversion du col fémoral (coxa-ante-torsa), d'un genu-valgum, d'une endorotation tibiale. Ces deux dernières déformations sont souvent rencontrées à minima dans le pied plat valgus de l'enfant : il semble qu'elles correspondent moins à un signe associé qu'à un "symptôme" responsable de la déformation, leur évolution étant le plus souvent spontanément favorable.

A noter encore un genu varum, une anomalie de la hanche ou du squelette sous-jacent : dysplasie, séquelles d'ostéochondrite, agénésie tibiale ou péronière, courbures congénitales ou rachitiques.

3.2.6 Les pieds plats d'ORIGINE STATIQUE chez le tout petit enfant par simple développement des tissus plantaires (pieds potelés, voûte galbée) ou ayant encore une démarche hésitante avec un appui en rotation interne pour stabiliser le pas ; ce sont des pieds plats physiologiques du début de la marche.

3.3 PHYSIOPATHOLOGIE :

Ayant déjà souligné les caractéristiques anatomiques, nous allons rappeler le mécanisme des déformations ainsi que les diverses théories historiques et récentes explicatives.

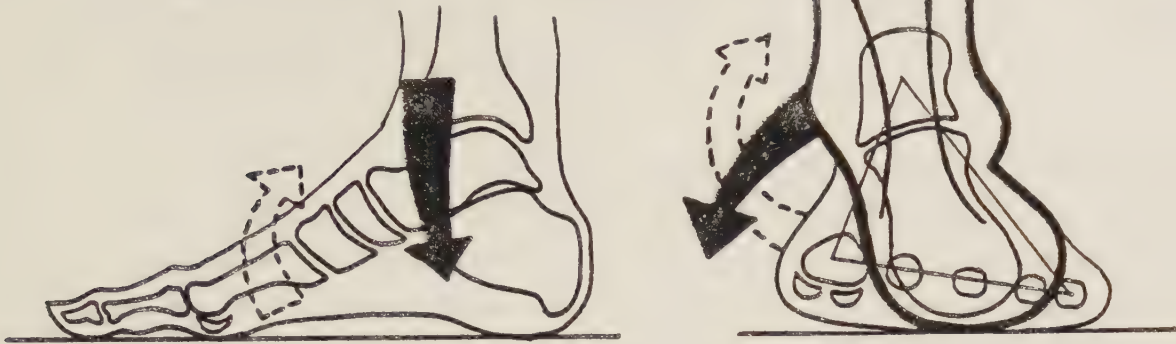
3.3.1 MECANISME : (fig. 19, 20 et 23)

L'inclinaison du calcanéum, dans un plan sagittal, sur son bord interne, entraîne, par suite de la surélévation externe de la facette articulaire supérieure, un abaissement proportionnel du sustentaculum tali. Le calcanéum joue en latéralité dans la sous-astragalienne et force la joue latérale interne de l'astragale à s'appliquer très fortement contre la face externe de la malléole tibiale. L'attaque du pied au sol ne s'effectue plus par l'intermédiaire du bord postéro-externe du talon mais par la partie postérieure voire même postéro-interne du talon.

La mortaise tibio-péronière résistant, la jambe suit le mouvement imposé par le calcanéum ; le nouvel axe tibial entraîne le point d'application des charges dans la partie interne du pied et surélève le bord externe. Il en résulte un déséquilibre fondamental qui ne peut aller qu'en s'aggravant, avec affaissement des voûtes longitudinales. L'ensemble des déformations ainsi réalisées détermine le pied plat valgus.

Le tibia, obligé de suivre l'inclinaison calcanéenne, va "fermer" l'angle normal qu'il forme avec le fémur et favoriser également le genu valgum qui peut d'ailleurs provoquer et aggraver le pied plat valgus.

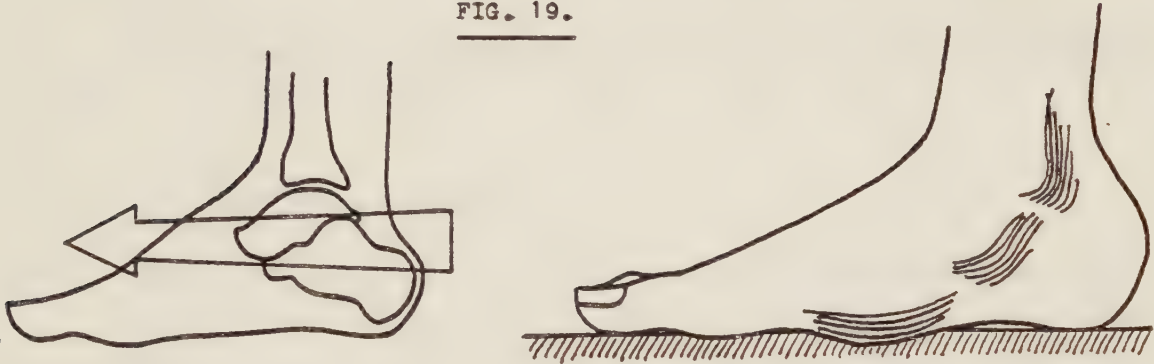
 Pronation de l'arrière-pied
 Supination de l'avant pied



Pronation de l'arrière-pied + Supination de l'avant-pied = Réduction ou disparition de la voûte plantaire + valgus du talon

LE PIED PLAT VALGUS : MECANISME DE L'AFFAISSEMENT PLANTAIRE ET DU VALGUS DU TALON

FIG. 19.



Equinisme de l'arrière-pied

Les trois saillies internes en cas d'affaissement plantaire très important

FIG. 20.



1. degré



2 ème
degré



3 ème
degré



4 ème
degré
(lacune
médio-
plantaire)

EMPREINTES PLANTAIRE

(PIED PLAT VALGUS)

VILADOT

FIG. 22.

La tête astragaliennne, piquant du nez en dedans, entraîne l'arche interne par l'intermédiaire du scaphoïde alors que l'avant-pied se met en supination pour rétablir le point d'appui antéro-externe nécessaire au passage postérieur du pas.

Ce mécanisme du pied plat valgus est différent de celui du pied plat simple où le tarse postérieur garde une architecture normale alors que seule la médio-tarsienne se valgise par laxité ligamentaire et hypotonie musculaire comme cela se rencontre chez le jeune enfant qui débute la marche et hypercorrige spontanément en varus et en adduction.

3.3.2 THEORIES EXPLICATIVES :

Nombreuses, nous les distinguons en théories anciennes et modernes.

3.3.2.1 Théories anciennes :

Selon HUETER (104), le pied plat acquis se développe sous l'influence de la station debout et de la marche prolongée, les lignes osseuses intra-capsulaires situées du côté interne du col de l'astragale se développent beaucoup plus que dans le pied normal, si bien que le col se trouve allongé en dedans et en bas. Cette théorie fut la première émise mettant en cause une composante osseuse initiale dans le déterminisme du pied plat.

HENCKE, quant à lui, soulève l'hypothèse du rôle du muscle tibial postérieur qui s'allonge alors que normalement il tend à empêcher la déviation en valgus sous l'effet du poids du corps.

GOSSELIN, en 1865 (86), donne au syndrome le nom de "tarsalgie des adolescents" ; le point de départ serait une ostéo-arthrite astragalo-calcaneenne s'accompagnant de contractures musculaires réflexes conduisant au renversement du pied en dehors. Sa théorie s'appuie sur des constatations nécropsiques confirmées secondairement par LEROUX.

NELATON, GUERIN et BONNET (23) considéraient la tarsalgie comme une affection musculaire par contracture (crampe du pied similaire

à la crampe des écrivains) puis rétraction des péroniers ; le traitement était la ténotomie.

Les travaux physiologiques et cliniques de DUCHENNE de BOULOGNE donnent une impulsion nouvelle à la question en la rattachant à une lésion primitivement musculaire. Au passage du pas, dès que le talon postérieur quitte le sol, le poids du corps est reporté sur la tête du premier métatarsien qui doit s'abaisser pour maintenir l'arche interne ; le long péronier latéral assure cette fonction mais s'il est trop faible, ce sont les têtes de tous les métatarsiens qui appuient sur le sol entraînant le tarse postérieur en valgus, d'abord retenu par le jambier antérieur puis, à la fatigue, s'exagérant en une série d'entorses douloureuses. DUCHENNE de BOULOGNE parlait d'impotence du long péronier latéral.

OMBREDANNE (164) note un déséquilibre entre l'appareil musculo-ligamentaire et le poids avec une incidence hormonale alors appelée "polyglandulaire".

3.3.2.2 Théories modernes :

La plus fréquemment admise est celle de LELIEVRE et BASORA (10, 135), qui font du valgus calcanéen le primum movens. Ces auteurs considèrent le pied plat valgus comme l'aggravation d'une disposition congénitale faite de valgus calcanéen et d'hyperlaxité plantaire. Ce valgus, premier en date, rompt l'équilibre de la coupole plantaire en se couchant sur son bord interne alors que le bord externe se relève et l'extrémité antérieure se porte en dehors (mouvement normalement limité par le ligament en haie et le ligament tibio-calcanéen) ; il déplace en dedans le centre des pressions tibiales qui s'exagèrent sur l'articulation astragalo-scaphoïdienne. L'astragale fixée dans la mortaise tibio-péronière ne peut suivre ce mouvement de pronation du calcanéum et perd peu à peu contact avec le sustentaculum tali en se mettant progressivement en équin (l'astragale "se verticalise"). La tête glisse en bas et en dedans distendant peu à peu la partie inférieure et interne de la capsule astragalo-scaphoïdienne ; l'arche interne s'affaisse. Le scaphoïde, à son tour, subit un déplacement en dedans, le cunéiforme et le premier métatarsien en haut. Ceci explique qu'en redressant le talon dans les lésions fixées, le bord interne de l'avant-pied perd contact avec le sol.

Les os du bord externe se trouvent donc comprimées et le scaphoïde attiré par la partie antérieure de l'astragale qui s'abaisse dans un mouvement de pronation. L'arche antérieure est aplatie ; l'avant-pied suivant le mouvement du calcanéum se met en abduction et en supination.

Ces déformations sont initialement réductibles mais peu à peu se fixent par rétraction capsulaire et ligamentaire. Le cône des pressions tibiales se transmet alors en majorité à l'avant-pied, ce qui tend à disloquer la médio-tarsienne et la partie postérieure de cette zone d'hyper-pression, déportée en dedans, tend à augmenter la chute astragaliennne.

L'affaissement ne peut se produire que lorsqu'il existe une hyperlaxité ligamentaire car les ligaments solides et les muscles toniques forment une barrière efficace ; la tête astragaliennne reste au-dessus du sol. C'est ainsi qu'on peut voir un valgus important coexister avec une empreinte normale où même, cas fréquents, un pied creux. L'aggravation des troubles n'est pas inéluctable : les ligaments ne sont pas des liens inertes mais des "portes-nerfs" (LERICHE). Ils deviennent le point de départ d'une contracture réflexe en particulier le ligament astragalo-calcaneen. Le pied plat valgus s'accroît progressivement par un double mécanisme : le jambier antérieur et le jambier postérieur, arc-boutants de l'arche interne ainsi que le long péronier latéral, gardien du cavus, se trouvent distendus alors que le court péronier se rétracte. Chez l'enfant, la loi de DELPECH intervient : les surfaces articulaires décomprimées ou soustraites aux pressions normales voient leur ostéogénèse s'exalter ou s'hypertrophier. La déformation est désormais irréductible.

L'origine du valgus essentiel n'est pas déterminée avec certitude ; il semble qu'il s'agisse généralement d'un vice de construction de l'articulation sous-astragaliennne : le ligament inter-osseux est déficient, trop long, trop grêle ou trop laxé. Il laisse tourner le calcanéum en pronation et les surfaces en présence s'adaptent peu à peu à leur nouvelle position. Presque toujours il existe une aplasie externe sous-astragaliennne primitive pour certains, secondaires à l'hyperlaxité pour d'autres. Un valgus initialement modéré s'exagère sous l'influence d'une augmentation pondérale et de la station debout prolongée.

L'hyperlaxité plantaire est physiologique, mais variable selon les sujets et les races. La voûte plantaire possède une architecture autonome solide, le tonus musculaire n'est pas indispensable au maintien de la cambrure et constitue une réserve dynamique appelée à intervenir en cas de surcharge. Pourtant chez les peuples ignorant le port de chaussures, le pied est absolument plat lorsque les muscles se trouvent relâchés ; la voûte ne se recreusant que sous le jeu des muscles puissants. La première ligne de défense des arches du pied est ligamentaire et lorsque ceux-ci possèdent une grande élasticité les muscles seuls maintiennent la concavité plantaire.

La chaussure s'oppose au jeu élastique de la plante ; les éléments fibreux se rétractent empêchant l'arche interne de s'affaisser, l'absence de talon favorise le pied plat et le talon élevé tend à produire un pied creux. Mais le facteur constitutionnel reste malgré tout primordial prouvé par l'étude des empreintes des Wachaggas et celles des Massaï par W.C. THOMSON ; il leur trouve un pied de galbe européen pourvu d'une arche interne longue et haute.

Ajoutons que la majorité des jeunes enfants sont hyperlaxes et peu toniques d'où le grand intérêt de la gymnastique rééducative et des sports.

D'autres théories ont été émises :

Les travaux émanant de l'école espagnole (VILADOT et ESCARPENTER -56-) ont mis en évidence dans le pied plat valgus de l'enfant un véritable glissement en avant de l'astragale (olisthesis astragalo-calcaneén ou rétrolisthesis du bloc calcanéopédieux).

Pour DENIS (56), le primum movens du pied plat valgus statique serait une hyperlaxité ligamentaire régionale (grand ligament de la plante surtout) et une hypotonie des muscles du pied (en particulier ceux de la plante). Selon R.L. JOHNS (cité par DE DONCKER, KOWALSKI -53-), la stabilité des arches plantaires en position debout est assurée uniquement par les ligaments et les fascias du pied, les courts muscles plantaires n'intervenant que comme des éléments passifs. Ainsi le pied plat valgus statique résulterait d'un excès d'élasticité des ligaments et des fascias plantaires ; l'insuffisance musculaire intervenant peu. Le pied plat indolore ou peu douloureux serait dû à l'efficacité de la suppléance musculaire.

DE DONCKER et KOWALSKI (53) interprètent différemment le mécanisme : l'origine de la déformation réside dans une supination première de l'avant-pied qui fait basculer le talon en valgus pour permettre l'appui des cinq têtes métatarsiennes, le sujet portant alors le pied en abduction au-delà des 15° physiologiques. Cette supination serait due à une faiblesse du long péronier latéral.

Pour CHIAPPARA et BERARDI (35), les différences ethniques, la croissance et le développement intellectuel influencent la morphologie du pied. Pour lui, la chronologie du pied plat serait : un valgus calcanéen, une bascule du cinquième métatarsien avec affaissement de l'arche externe, une bascule de la tête de l'astragale effondrant l'arche interne, enfin l'affaissement de la voûte provoquant la divergence des métatarsiens.

HENDRIX (96) pense que le pied s'aplatit dès que l'enfant se met debout car il n'y a pas de formation dans son système nerveux central d'une autre notion que celle de pied plat, qui est alors pour lui la seule naturelle.

Théorie plus moderne :

Le squelette du pied et son appareil musculo-tendino-ligamentaire forment un ensemble cohérent qui a pu être comparé à un ordinateur (204), celui-ci peut être déficient et l'atteinte de la programmation, par l'intermédiaire du système d'interdépendance, déséquilibre l'architecture du pied : interdépendances passives et/ou actives insuffisantes.

Au terme de ces théories, on ne peut négliger les facteurs héréditaires (familles à pieds plats, à laxité plantaire) et les contraintes de l'urbanisation (mode des chaussures et chaussures à la mode, station debout prolongée, pietinements, etc...).

3.4 ETUDE CLINIQUE ET PARACLINIQUE :

(10, 11, 24, 53, 56, 57, 64, 83, 86, 105, 124, 135, 150, 154, 171, 172, 194, 195, 216, 217).

3.4.1 SIGNES D'APPEL :

Dans la majorité des cas, la découverte a lieu dans la deuxième enfance (2 à 6 ans), rarement plus tard :

- par la mère qui s'inquiète ("la plus courante des inquiétudes maternelles concerne les pieds plats" -126-) devant une démarche anormale, l'usure inégale de la chaussure, des chutes fréquentes et parfois les remarques de l'entourage ;
- par le médecin scolaire découvrant un aspect clinique évocateur de pieds plats (empreintes plantaires étalées) ;
- ou lors d'un examen systématique ;
- ou encore en raison d'une fatigabilité à la marche, d'une restriction aux jeux ou de tarsalgies imprécises en fin de journée.

L'enfant plus grand accusera des douleurs mieux localisées.

3.4.2 L'EXAMEN CLINIQUE (23, 24, 56, 57, 53, 135, 220)

Cet examen doit se faire sur un enfant nu. En position :

- . debout,
- . à la marche (pieds nus et chaussés),
- . et couchée.

Il va révéler les différents éléments de la déformation (56, 220), à savoir :

- la pronation astragalo-calcaneéenne : ou valgus pathologique du talon ;
- la disparition plus ou moins complète de la voûte longitudinale interne plantaire avec équinisme du tarse postérieur ;
- le plus souvent, une éversion médiotarsienne plus ou moins prononcée avec supination et abduction de l'avant-pied.

3.4.2.1 L'interrogatoire :

Indispensable, permettra la recherche d'une hérédité familiale de pieds plats. Il fera préciser la forme des pieds à la naissance ainsi que les éventuelles anomalies à la marche.

3.4.2.2 L'examen :

Etape fondamentale, permet de constater chez l'enfant :

3.4.2.2.1 En position debout :

De profil :

- l'affaissement, voire la disparition complète de la cambrure du bord interne du pied, cambrure qui réapparaît partiellement "en décharge" lorsqu'il n'existe pas de contracture : c'est le cas du pied plat valgus de l'enfant ;
- l'apparition sur la face interne du pied lorsque l'affaissement plantaire est très important de trois saillies caractéristiques (f.21) les "trois malléoles" avec de haut en bas et d'arrière en avant :
 - . la malléole tibiale parfois anormalement exagérée,
 - . la saillie de la tête de l'astragale,
 - . et plus rarement, au début, chez l'enfant, celle de la tubérosité interne du scaphoïde.

Outre ces trois saillies, l'examen du profil interne montre l'existence d'une bande d'appui interne et une coudure en dehors de l'axe longitudinal du pied. On n'omettra pas de regarder la face externe du pied où l'on trouve la véritable signature du pied plat : l'affaissement de l'arche externe, afin de ne pas confondre avec un simple pied valgus ou un pied creux valgus.

- la supination de l'avant-pied : l'affaissement plantaire élargit l'arche interne en même temps que l'allongement du bord interne du pied qui peut à la longue favoriser une déviation en dehors du gros orteil (hallux valgus secondaire).

De face :

On apprécie la statique des membres inférieurs et de plus près, on note :

- . la diminution de la flexion plantaire des orteils (signe de T. KARSKI -172-) aboutissant à la fixation de ceux-ci en flexion dorsale,
- . l'étalement de la partie moyenne du pied,
- . la disparition de la rotation externe de l'axe bimalléolaire liée à l'endorotation tibiale (c'est la frontalisation de l'axe bimalléolaire), en effet, la bascule, en dedans, de l'astragale déplace la malléole externe en avant, l'axe bimalléolaire devient perpendiculaire à l'axe sagittal du pied. Dans les formes marquées une cassure de l'avant-pied l'étale en abduction par rapport à l'arrière-pied.

De dos :

Le talon apparaît déjeté en dehors. Le valgus du talon par pronation de l'arrière-pied est plus ou moins important selon le degré de la déformation. Il peut atteindre 25-30°. On l'apprécie en déterminant l'angle que fait l'axe de la jambe avec celui du calcaneum : l'angle est alors de plus de 8° (limite supérieure physiologique).

3.4.2.2.2 A la marche :

La démarche est disgracieuse surtout au pas postérieur où l'appui externe s'exagère par hypercorrection spontanée, instinctive, associée à une rotation interne du pied. alors qu'à la fatigue le valgus s'exagère, la voûte s'affaisse et l'aspect s'inverse.

L'examen de la chaussure est particulièrement révélateur de l'abduction de l'avant-pied et du valgus spontané avec une usure anormale de la semelle et la détérioration de la tige postérieure.

A signaler le signe de LANCE, "varus" du gros orteil qui serait un signe précoce d'hyperlaxité à la mise à la marche.

3.4.3.3.3 En position couchée :

On apprécie les différents mouvements actifs et passifs (flexion dorsale et plantaire, valgus, varus) par des excitations cutanées : testing des muscles de la jambe et du pied (court péronier latéral, long péronier latéral, jambier antérieur et postérieur, triceps sural, etc...).

Le degré de réductibilité de la déformation est variable selon les cas :

- . le sujet étant assis, la flexion passive du gros orteil recrée l'arche interne dans les cas bénins qui s'amélioreront spontanément ou à l'aide de la kinésithérapie ;
- . le sujet debout, en équinisme, corrige le valgus talonnier et la supination de l'avant-pied si la déformation est encore souple ;
- . la palpation de la plante découvre parfois les indurations caractéristiques du bord interne, rares chez l'enfant jeune, et les durillons de la phase avancée ;
- . enfin, le signe de GOSSELIN est caractéristique de la phase de contractures, forme avancée de l'adolescent. D'une main, on soulève la jambe, de l'autre on imprime au pied des mouvements saccadés. Un pied normal ou plat valgus souple ballote, un pied contracturé reste immobile, rigide, comme soudé à la jambe.

L'examen sera terminé par un rapide bilan squelettique, en particulier l'équilibre du bassin et du rachis ainsi que de l'absence de signes neurologiques anormaux (bilan sensitivo-moteur).

3.4.3 EXAMEN DES EMPREINTES PLANTAIRES (53, 56, 135) (fig.22)

Deuxième élément clé du diagnostic, il met en évidence l'étalement de la voûte plantaire.

Autrefois, ces empreintes étaient réalisées par encrage de la plante et prise d'appui sur une feuille de papier, méthode peu précise et donnant des résultats par excès, ce qui expliquait la notion de l'extrême fréquence du pied plat infantile.

Une variante de cette technique serait plus intéressante : celle de MEARY avec la prise des empreintes au cours de la marche.

Aujourd'hui, la méthode podoscopique est la plus utilisée : le podoscope, composé d'un cadre avec une glace solide, d'un miroir oblique et d'un éclairage électrique, permet de lire et d'interpréter directement l'image dynamique de l'empreinte plantaire.

D'autres techniques plus sophistiquées ont été proposées, mais leur complexité en limite l'intérêt. Citons le photopodogramme mis au point par l'école espagnole (215), obtenu par l'appui direct, sur le film, des plantes enduites de révélateur, ou le photopodogramme inversé de ROIG-PUERTA : l'image est blanche sur fond noir, ou encore le podostatigramme : identification des zones de pression en pointillés blancs sur fond noir.

Le radio-photopodogramme, dû à la même école espagnole, associe au photopodogramme une radiographie du squelette du pied vu de haut. On obtient ainsi des images de très grande finesse permettant d'apprécier le contour de l'empreinte plantaire et la mise en évidence du triangle d'appui.

L'étude des empreintes peut se faire également par des moules élastiques (empreintes en relief de ORY) ou encore d'une manière cinématique : le sujet marchant sur une longue plaque de verre.

Signalons enfin la technique récente utilisée par PIATKOWSKI (172) qui consiste en une double photo :

- . l'une de l'arrière-pied,
- . l'autre des surfaces plantaires telles qu'elles se présentent au miroir du podoscope.

On peut ainsi apprécier l'importance du valgus et des autres composants du pied plat (index de l'arche longitudinale interne, index de la zone des orteils).

Au total, l'examen des empreintes plantaires au podoscope reste le plus couramment utilisé pour le comportement statique et dynamique du pied et pour tracer le plan de la semelle orthopédique.

Sur un pied normal, la bande antéro-postérieure est fortement concave en dedans :

- . au premier degré du pied plat, cette bande est moins concave,
- . au deuxième degré, elle est rectiligne,
- . au troisième degré, elle est convexe en dedans.

VILADOT décrit un pied plat du quatrième degré dans lequel apparaît une petite lacune médio-plantaire interne. (fig. 22)

3.4.4 EXAMEN RADIOLOGIQUE (56, 105, 154, 213) (fig. 24 et 25)

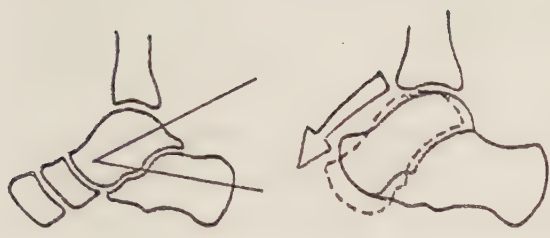
Le bilan radiologique est essentiel. C'est le troisième élément du diagnostic. Il doit être comparatif. Il précise aussi bien la co-tation que le retentissement ostéo-articulaire de la déformation.

Il s'appuie sur divers clichés : de profil, de face et parfois sur des incidences spéciales, plus rarement sur des tomographies. L'étude sous télévision est très intéressante.

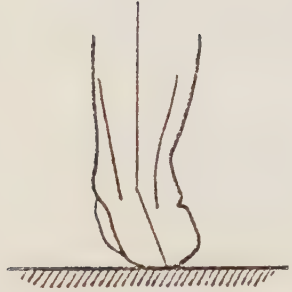
- De profil, pied en charge

Le profil interne en charge (appui bipode ou monopode) permet d'apprécier le degré d'affaissement de l'arche interne, de tracer les différentes lignes ou axes et de déterminer la valeur des différents angles :

- . angle de divergence astragalo-calcanéen variable avec le type de pied plat valgus (valeur normale de 27 à 40°) défini en oblique par l'axe du calcanéum et l'axe de l'astragale ;
- . angle de pente calcanéenne subnormal ou diminué à des degrés variables (valeur normale 20 à 30°) défini par la ligne d'appui au sol et l'axe du calcanéum ;
- . angle de pente astragaliennne augmenté à des degrés variables (valeur normale de 18 à 25°) ;
- . angle du planus défini par l'axe calcanéen et l'axe du premier métatarsien normal, subnormal ou supérieur à 150° (valeur normale 130 à 140°) ;
- . la "cassure" selon les cas du parallélisme normal entre l'axe de la facette articulaire proximale du scaphoïde et l'axe de la facette

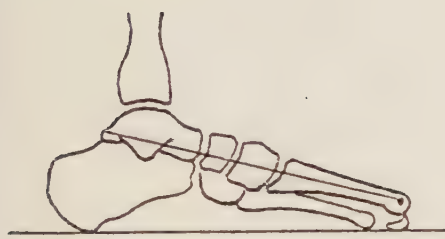


Divergence astragalo-calcaneéenne et olisth sis
de l'astragale sur le calcane um.

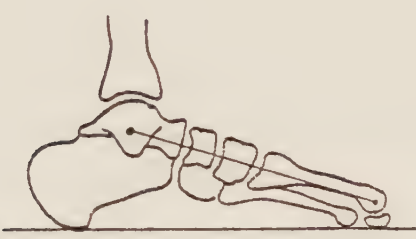


Valgus du talon
(pathologique si su-
p rieur   8 ).

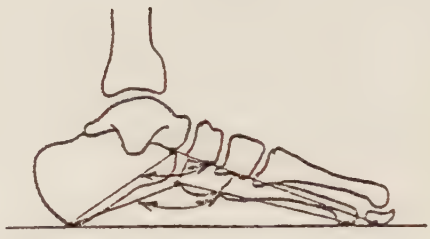
FIG. 23.



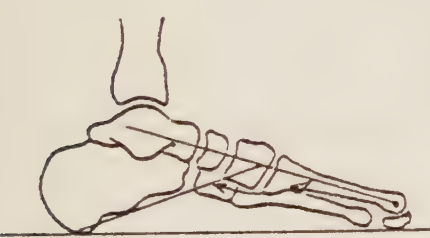
Ligne de Schade



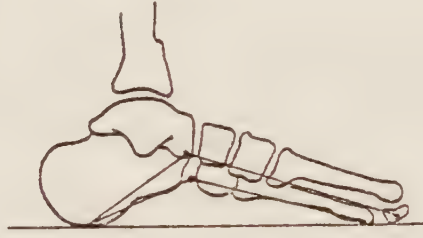
Ligne de Feiss



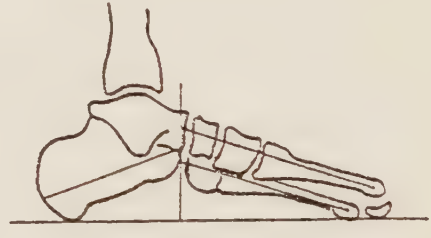
Angles de Costa-Bertani



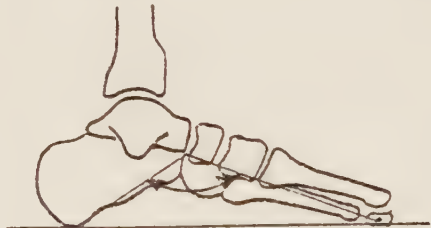
Angle de Rocher



Triangle de Leroux , Colette
et Renotte



Axes de Montagne



Angle de Djian-Annonier

MENSURATIONS RADIOLOGIQUES

FIG. 24.

distale du premier cunéiforme ainsi que l'absence d'orthogonalisme de ces axes par rapport à l'axe astragalien (toute altération traduit une cassure astragalo-scaphoïdienne ou scapho-cunéenne avec un angle ouvert en bas : étude de la colonne interne du pied de GIANNESTRAS -204-).

- . infléchissement vers le haut de la ligne de Schade (150-160°).
Normalement cette ligne unit sur une même droite la partie postéro inférieure de la poulie astragalienne, le centre du scaphoïde, du premier cunéiforme et de la première tête métatarsienne.
- . infléchissement vers le haut de la ligne de Feiss : droite joignant normalement l'axe de la poulie astragalienne au point le plus bas de la tête du premier métatarsien en passant par le centre du scaphoïde.
- . "flèches" radiologiques des arches longitudinales du pied : indice de cavitation et rapport $\frac{H \times 100}{L}$: l'indice de cavitation est égal au rapport de la hauteur ("flèche") sous-scaphoïdienne à la longueur de l'arche interne (125) ou de l'arche externe. Le rapport obtenu est multiplié par 100.
L'étude des arches longitudinales du pied a été proposée par RENAUD-LEROUX et COLETTE (23) qui en ont fixé des bases d'évaluation chiffrée.
 - pour l'arche interne : l'indice varie normalement de 18 à 28 %
 - pour l'arche externe, l'indice varie de 13 à 18 %.
 Ces valeurs sont habituellement abaissées dans le pied plat valgus.
- . D'autres mensurations peuvent être réalisées, mais elles ne sont pas de pratique courante (angles des axes de MONTAGNE, angle de DJIAN ANNONIER dépassant 128° alors que sa valeur normale est de 120-128°).

Les déformations se réduisent complètement ou incomplètement ou pas du tout en équin et s'aggravent en talus.

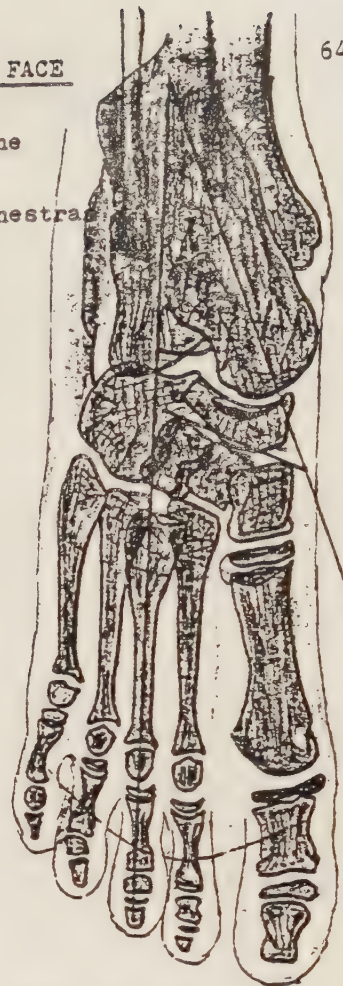
- De face :

Chez le jeune enfant, l'axe de l'astragale passe par le premier métatarsien, l'axe du calcanéum passe par le quatrième métatarsien, l'axe de l'astragale et celui du calcanéum définissent l'angle astragalo-calcanéen augmenté à des degrés variables dans le pied plat valgus (valeur normale 20 à 30°).

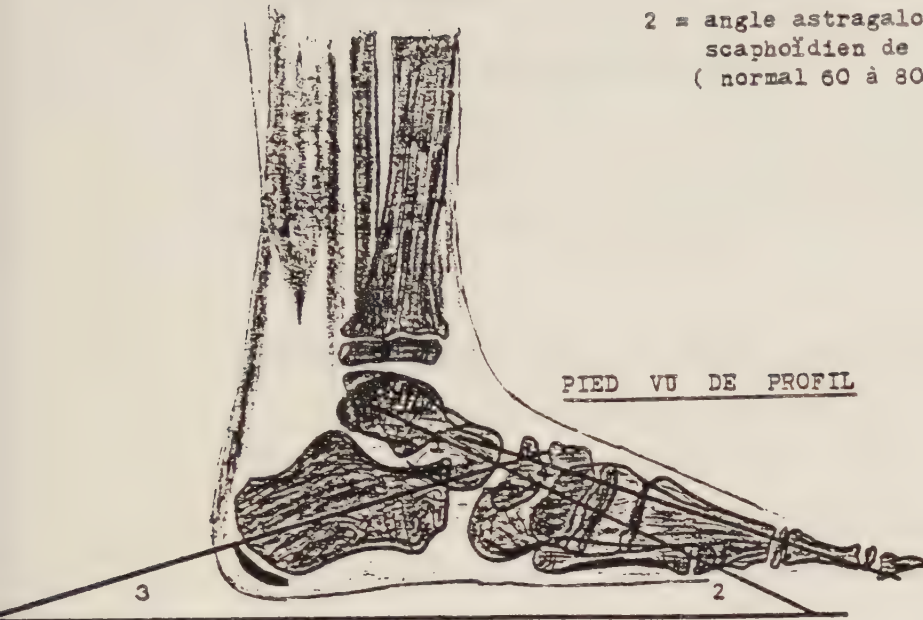
Chez le grand enfant et l'adolescent : mensuration de l'angle astragalo-scaphoïdien de Giannestras qui n'est pas de pratique cour-

PIED VU DE FACE

- 1 = angle de divergence
astragalo-calcanéenne
- 2 = angle astragalo
scaphoïdien de Giannestras
(normal 60 à 80 °)



PIED VU DE PROFIL



- 1 = angle de divergence astragalo-calcanéenne
- 2 = angle de pente astragalienne
- 3 = angle de pente calcanéenne
- 4 = angle du planus (normal 130 à 140°)

PIED VU DE FACE

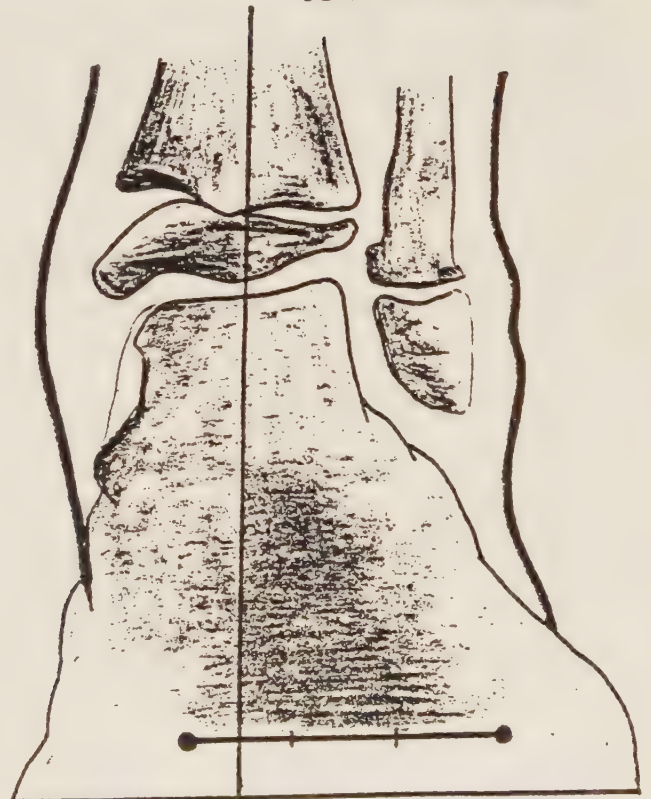
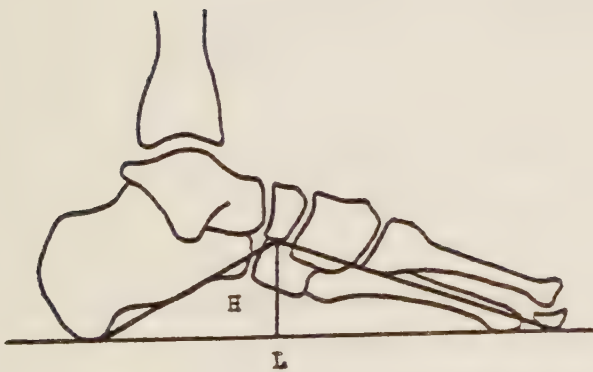


FIG. 25.



$$\text{Indice de cavitation} = \frac{H}{L} \times 100$$

MENSURATIONS RADIOLOGIQUES

Cerclage du talon de MEARY (Fil de plomb)

rante mais dont les valeurs normales oscillent autour de 60 à 80° et qui s'abaissent dans le pied plat valgus.

- Sur le cliché pied total de face

Il est possible de tracer l'angle d'ouverture du pied, ce cliché donnant des précisions chiffrables sur les modifications des rapports des os du tarse en cas de pronation ou de supination excessive de l'arrière-pied.

- Mesure du valgus tibio-calcaneen (axe jambe-talon) :

Cette mensuration s'effectue selon le procédé de DJIAN, l'angle normal se situant aux alentours de 6 à 8°.

Soit selon le procédé de MEARY (cerclage du talon au fil de plomb) permettant d'objectiver facilement le valgus de l'arrière-pied nu ou chaussé.

Enfin, le valgus calcaneen peut être mesuré sur des coupes tomographiques passant par la sous-astragalienne.

Les déterminations des différents angles et lignes ne sont pas toutes utilisées chez l'enfant. Ce sont habituellement les angles de divergence astragalo-calcaneenne, des pentes calcaneennes astragalienne et du valgus qui sont le plus couramment utilisés.

Existe-t-il d'autres moyens d'étude ? peut-être l'avenir apportera des données nouvelles telles que la tomodensitométrie ??

En résumé, l'étude clinique a permis l'appréciation des axes de l'arrière-pied, l'étude directe de l'empreinte plantaire par la podoscopie, l'appréciation de la morphologie de l'avant-pied (étalement, avant-pied triangulaire), la concavité de la voûte antérieure médio-tarsienne ainsi que la forme et les positions des orteils. Cette étude suffit largement pour la plupart des cas à établir le diagnostic qui sera confirmé par l'examen radiologique essentiel.

Ainsi, au terme de ce bilan clinique podoscopique et radiologique, il est possible de classer les pieds plats valgus en trois types.

3.4.5 CLASSIFICATION RADIOCLINIQUE DES PIEDS PLATS VALGUS (18, 57, 139, 170) :

Par ordre de gravité croissante :

- TYPE I ou pied plat valgus 1er degré

- clinique :

- . affaissement discret de la voûte plantaire,
- . valgus de l'arrière-pied,
- . saillie limitée de la sous-astragaliennne.

- podoscopique :

- . élargissement de l'isthme,
- . diminution du golf interne.

- radiologique :

- . valgus calcanéen : 8 à 11°
- . pente astragaliennne exagérée (35-40°)
- . pente calcanéennne normale ou sub-normale,
- . divergence astragalo-calcanéennne normale ou sub-normale,
- . cassure discrète ou non de l'axe astragalo-métatarsien au niveau du scaphoïde,
- . réductibilité de l'affaissement en équin.

Cette réductibilité prouve son caractère statique ; forme très favorable puisque la mise en jeu du tonus musculaire lui rend son aspect normal.

- TYPE II ou pied plat valgus 2ème degré

- clinique :

- . valgus du talon,
- . deux saillies internes modérées = outre la saillie normale de la malléole interne, on note la saillie de la tête astragaliennne et celle du bord interne du scaphoïde.

- podoscopique :

- . disparition du golf interne (bord interne rectiligne).

- radiologique :

- . valgus calcanéen plus accentué (11 à 15°),
- . pente astragaliennne exagérée 45°,
- . pente calcanéenne tendant à diminuer (20°),
- . divergence astragalo-calcanéenne augmentée de face, un peu de profil (35-45°),
- . angulation modérée de l'axe astragalo-métatarsien,
- . réductibilité de l'affaissement en équin.

Pronostic et évolution = 75 % se corrigent spontanément ou avec des petits moyens, 25 % persisteront, se stabiliseront, ou s'aggraveront dans un très faible pourcentage.

- TYPE III ou pied plat valgus du 3ème degré :

Plus accusé que le précédent à l'examen clinique et podoscopique, avec un affaissement complet de l'arche antéro-postérieure qui rend le bord interne convexe. La tête de l'astragale "plonge dans la plante" (139). L'allongement du rayon interne du pied porte l'avant pied en abduction. Cette forme s'aggrave par sub-luxation en dedans et verticalisation progressive de l'astragale et devient fréquemment douloureuse.

A l'examen radiologique :

- . valgus du talon (10 à 30°),
- . pente astragaliennne à 50°,
- . pente calcanéenne diminuée autour de 15-18° ou moins,
- . divergence astragalo-calcanéenne augmentée de face et de profil allant au-delà de 50°,
- . angulation de l'axe astragalo-métatarsien,
- . réductibilité limitée ou nulle en équin.

3.4.6 EVOLUTION ET PRONOSTIC (57, 135, 156) :

L'évolution du pied plat valgus de l'enfant est très incertaine. Schématiquement, on peut distinguer trois éventualités (57) :

3.4.6.1 Le pied plat valgus bénin :

très commun, observé chez l'enfant hypotonique avec surcharge pondérale. Ce type coexiste souvent avec un genu valgum et une antéversion du col fémoral ou encore une endorotation tibiale. L'évolution dans la majorité des cas est très favorable spontanément ou avec un simple traitement conservateur.

3.4.6.2 Le pied plat valgus important et douloureux :

très rare, peut s'observer en fin d'adolescence. Cette variété s'avère rebelle, au traitement conservateur bien conduit. Dans ce cas, on est en droit de craindre l'aggravation.

3.4.6.3 :

Entre ces types, tous les autres pieds plats valgus sur lesquels plane une relative incertitude quant à leur devenir, tempérée par le pronostic rassurant de MEARY ou de MORLEY :

Pour MEARY :

- 65 % des pieds plats valgus statiques observés dans la petite enfance vont se corriger spontanément vers 5 ou 6 ans ;
- 30 % vont rester un peu plats sans donner des troubles fonctionnels ;
- 5 % vont rester très plats dont 3 % donneront des troubles et peuvent justifier un geste chirurgical.

Pour MORLEY cité par LACHERETZ (120) :

Avant 18 mois, 97 % des enfants ont les pieds plats ; à l'âge de 10 ans il n'y en a plus que 4 %.

En conclusion :

Cette classification simpliste a la valeur d'une clarification car certains pieds plats valgus chevauchent les types décrits. Elle

nous permet, néanmoins, de poser les indications et le très faible pourcentage (moins de 2 %) évoluant vers l'aggravation nous incite à l'extrême prudence dans l'indication chirurgicale.

4 - T R A I T E M E N T

4.1 METHODES CONSERVATRICES

(15, 17, 18, 29, 42, 44, 53, 56, 65, 66, 67, 124, 135, 150, 156, 179, 194, 195, 204, 214).

4.1.1 PREVENTIVES :

D'une grande importance et simple, que les parents doivent connaître et comprendre.

- ne pas forcer le petit enfant à se mettre en charge et à marcher, même soutenu,
- le munir de chaussures correctes avec un contrefort et un talon suffisant, ce dernier devant avoir 15 à 20 mm d'épaisseur,
- surveillance régulière de la croissance, en particulier du rachis, du bassin et des membres inférieurs,
- éviter la surcharge pondérale par un régime équilibré,
- favoriser la musculature par la marche sur la pointe des pieds ou pieds nus en terrain caillouteux ou sur le sable ...

4.1.2 ORTHOPEDIQUES :

Elles comportent les orthèses et les chaussures dont le but essentiel est de rétablir l'axe normal du talon et de l'avant-pied. La formule pronation du talon + supination de l'avant-pied = disparition

de la voûte a pour corollaire : réduction du valgus calcanéen et de la supination de l'avant-pied = réapparition de la cambrure plantaire.

Cette hypothèse doit malgré tout être nuancée car tout dépend des lésions anatomiques existantes et de leur importance.

4.1.2.1 Les orthèses :

Elles sont de différents types :

- la semelle orthopédique, en cuir, en liège ou en matériau de synthèse peut être un simple soutien avec un appui sous-scaphoïdien ou devenir active par un coin de stimulation supinateur sous le calcanéum et un rappel cuboïdien. Parfois le coin supinateur peut être isolé avec une voûte et un appui rétro-capital regroupant les têtes métatarsiennes. (fig. 26)
- la coque talonnière, moulée sur plâtre ou paraffine, fixe le calcanéum; elle a un rôle plus passif et peut être indiquée lorsque le geste chirurgical est prévu ultérieurement.
- rappelons pour mémoire, les supports plantaires rigides abandonnés car ils traumatisaient les parties molles et les semelles du type "scandinave" confortables pour la marche mais sans visée correctrice.

4.1.2.2 Les chaussures :

- soit médicales, en réalité de série à tige montante ou basses, de bonne qualité avec un contrefort rigide acceptant mieux la semelle orthopédique et la rendant efficace ;
- soit thérapeutiques, à tige montante et à visée correctrice, mais rapidement rejetées par le grand enfant soucieux de coquetterie.

4.1.2.3 Les résultats :

Très variables d'un auteur à l'autre, se jugent sur l'usure de la chaussure et le confort du sujet. L'efficacité sur la déformation pouvant, elle-même, être jugée par une étude xéro-radiographique (214); la semelle active et la coque talonnière réduisent bien la bascule

calcanéenne mais semblent avoir moins d'effet sur le planus.

Globalement (195) :

- . la douleur disparaît dans 84 % des cas,
- . l'efficacité sur l'usure anormale de la chaussure dans 73 % des cas,
- . la régularisation de l'empreinte plantaire semble être obtenue dans 64 % des cas,
- . l'efficacité sur le valgus dans 55 %.

4.1.3 KINESITHERAPIQUES (18, 27, 53, 65, 204) :

La stimulation des muscles varisants du pied a une action positive sur la laxité et complète le rôle des orthèses ; mais cette rééducation vite fastidieuse pour l'enfant tranquillise plus souvent parents et prescripteurs qu'elle n'apporte un bénéfice réel.

Toutefois, elle peut avoir sa place et comprend :

- la marche corrective faisant travailler surtout le jambier antérieur et postérieur,
- l'exercice actif du triceps sural et des releveurs du pied,
- la rééducation globale dans le sable, la danse, la bicyclette ...

4.2 METHODES CHIRURGICALES :

Bien avant et après GRICE, d'innombrables interventions ont été proposées pour corriger le planus, le valgus ou les deux ; et il n'est guère de tendons ou de muscles du pied ou d'éléments du tarse quin'aient retenu l'attention du chirurgien, selon les théories pathogéniques envisagées.

Ainsi a-t-on proposé :

4.2.1 DES GESTES TENDINEUX (17, 19, 23, 39, 46, 47, 61, 83, 135, 153, 158, 168, 204, 207, 208, 223)

dont le but est de "rééquilibrer" la balance musculaire.

- Ténotomie du court péronier latéral et du jambier postérieur en 1853 (19) puis des deux péroniers (HARBIN, MEYERDING), du tendon tricipital (FROELICH, NICOLADONI).
- Transposition du jambier antérieur parfois associée à une arthrodèse du CHOPART et de la sous-astragaliennne, transplantation du long péronier sur le bord interne du pied (BIESALSKI, MAYER), transplantations multiples (158).
- Fixation des deux péroniers au premier cunéiforme (MEYERSONN), du long péronier sur le scaphoïde (17) du court péronier latéral sur le jambier postérieur (LUDLOFF), du court péronier latéral sur le col de l'astragale (CLARCK), de l'extenseur propre du gros orteil sur le jambier antérieur (168), du jambier postérieur sur le premier cunéiforme (YOUNG-FITCH et KING), du fléchisseur du premier orteil sur la tête astragaliennne et le scaphoïde avec réinsertion du court péronier latéral (PALAZZI).

- Raccourcissement du fléchisseur du gros orteil et renforcement du jambier postérieur (HUBSCHER).
- Solidarisation du scaphoïde à la malléole tibiale par des bandelettes aponévrotiques libres (KATZENSTEIN) ou des deux insertions distales des jambiers (ALBANESE, 1947)

Citons enfin la plus récente (153) associant une transplantation du court péronier latéral en dedans sur le jambier postérieur et une mise en tension de la capsule de l'articulation de CHOPART.

Cette liste n'est pas exhaustive et sa variété prouve qu'aucune méthode n'ait apporté de solution entièrement satisfaisante.

4.2.2 DES GESTES OSSEUX :

(2, 23, 47, 48, 52, 53, 54, 61, 71, 83, 87, 93, 100, 101, 102, 112, 115, 116, 124, 135, 140, 141, 142, 143, 147, 148, 155, 160, 161, 164, 165, 166, 167, 169, 192, 202, 211, 216, 220).

4.2.2.1 Procédés anciens :

La plupart étaient, autrefois, destinées à l'adolescent et surtout à l'adulte pour corriger les atteintes fixées. Nous ne ferons que les citer à titre historique :

- . soit des exérèses : scaphoïdectomie (85) parfois temporaire avec modelage de l'os avant sa reposition (115), astragalectomie totale (VOGT -219-, MARGARY, MORGAN) ou céphalique associée ou non à la ténotomie des péroniers et du tendon d'Achille.
- . soit des arthrodèses : tibio-tarsienne (ALBERT de VIENNE 1879), astragalo-scaphoïdienne (166), médio-tarsienne (NIENY, 1905), sous astragaliennne (RENDU, SPITZY, MEYERDING, MASSART, VIDAL-NAQUET), ou les deux associées (71) et avec ténotomie (TAVERNIER 1936).
- . soit des ostéotomies sus-malléolaire (148, 211) pour obliger le sujet à s'appuyer sur le bord externe du pied en station debout, astragaliennes (202), calcanéennes (GLEICH, 1893), modelantes

(HERTES -23-) dans lesquelles on peut ranger les tarsectomies cunéiformes (99, 165) ou trapézoïdales (CAUCHOIX), les modelages scapho-cunéens (101), les évidements de la tête et du col de l'astragale avec résection cunéiforme du scaphoïde (CAMERA, LAMY) ou les interventions modelantes sur le calcanéum (CHAMBERS, 1946).

Certains proposent même :

- . soit des greffes osseuses pédiculées (152),
- . soit des arthrorises, qui peuvent être définies comme étant "des interventions correctrices et stabilisatrices, exécutées sur le squelette dans le but de limiter le jeu d'une articulation" (149); elles ont l'avantage de respecter au maximum les cartilages articulaires.

Citons l'arthrorise externe de CALANDRA (1926), DELTORTO (1927), qui utilisent un greffon tibial placé en guise de butée sous la malléole péronière.

Enfin le greffon transastragalo-calcanéen d'OMBREDANNE (165) qui semble préfigurer celui que GRICE câle dans le sinus du tarse.

4.2.2.2 Procédés modernes :

4.2.2.2.1 L'intervention de GRICE (87) (fig. 27, 28 et 29)

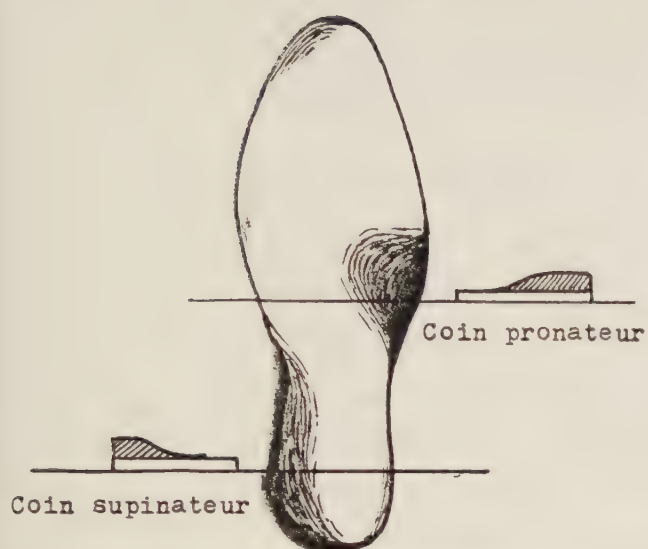
ou arthrodèse sous-astragaliennne extra-articulaire.

4.2.2.2.1.1 Historique :

Cette intervention, suggérée par WILLIAM T. GREEN, est pratiquée pour la première fois, en 1945, sur un enfant poliomyélitique. Devant le résultat jugé très favorable, avec un recul de 4 ans, elle est renouvelée huit autres fois de 1949 à 1950.

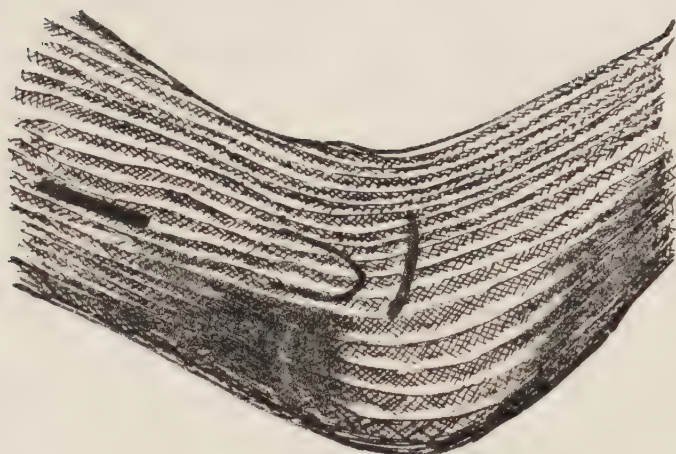
En 1950, les 9 cas sont présentés avec un résultat satisfaisant. Ce succès amène DAVID S. GRICE à publier sa méthode qui parut au mois d'octobre 1952 et concernait les pieds plats paralytiques.

GRICE eut, ainsi, le grand mérite de montrer qu'on pouvait pratiquer des arthrodèses extra-articulaires sans entraver la croissance osseuse du tarse contrairement aux anciennes méthodes mutilantes ou non (ostéotomie, arthrodèse, etc...).



Semelle active . Elle recreuse le pied en corrigeant la pronation de l'arrière-pied (coin supinateur) et la supination de l'avant-pied (coin pronateur) .

FIG. 26.



INTERVENTION DE GRICE

Le Jersey avec la malléole externe et les tracés d'incision ;

- incision pré et sous-malléolaire externe
- incision face externe (jambe) . (prélèvement du greffon)

FIG. 27.

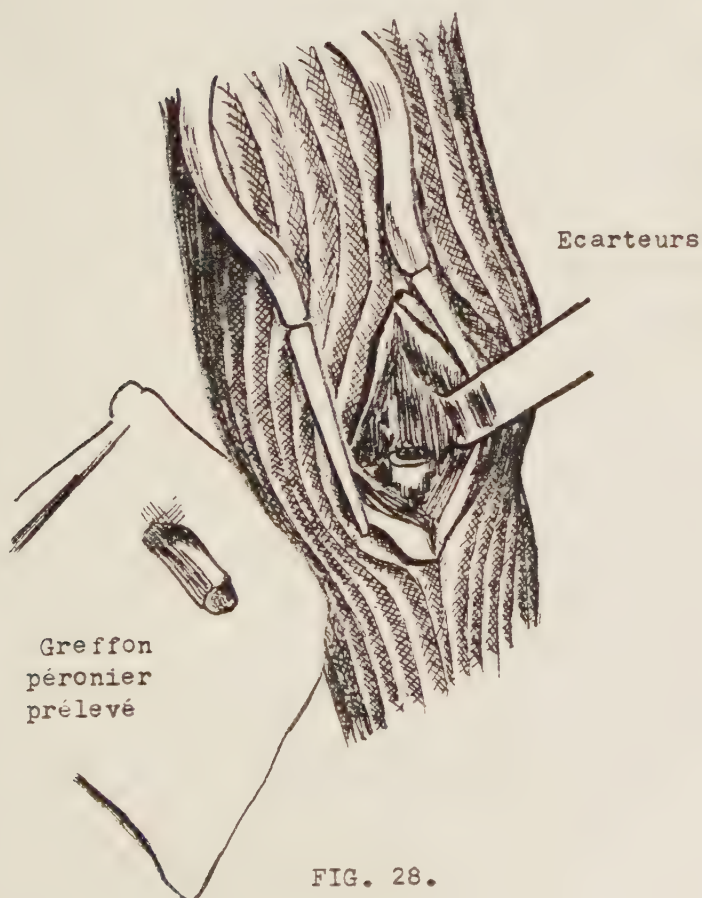
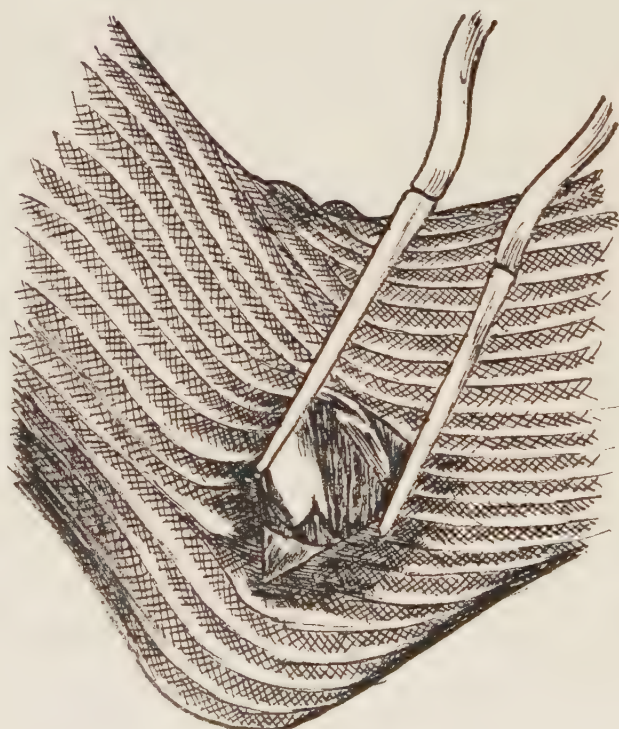


FIG. 28.



Mise en place du greffon péronier dans le sinus du tarse

FIG. 29.

Depuis lors, les indications ont été étendues aux pieds valgus et aux pieds plats valgus statiques essentiels de l'enfant.

De multiples variantes ont vu le jour associées ou non à des transplantations tendineuses.

4.2.2.2.1.2 Intentions et technique :

L'intervention de GRICE est une arthrodèse extra-articulaire consistant à encastrer deux greffons osseux tibiaux dans le sinus du tarse avivé.

Elle répond aux trois impératifs du traitement :

- . réduction de la déformation d'où nécessité d'un pied souple,
- . maintien de cette réduction par les greffons qui s'assimilent secondairement au tarse postérieur,
- . poursuite d'une croissance normale, puisque le siège extra-articulaire respecte les coiffes cartilagineuses qui assurent le développement du tarse.

Le but à atteindre est la stabilité d'un valgus physiologique compris entre 5 et 8°, un podogramme normal, la disparition des reliefs exagérés du bord interne du pied et des rapports astragalo-calcanéens radiologiquement corrects avec un premier rayon réaligné.

Mais ce blocage définitif de la sous-astragaliennne est un reproche formulé à l'égard de cette technique.

Elle se déroule ainsi :

- anesthésie générale, garrot pneumatique après application de la bande d'Esmarch ;
- décubitus dorsal, les membres inférieurs en bout de table ;
- préparation habituelle du membre à opérer (parfois les deux) avec une large asepsie précédée d'un rasage et de la mise en place d'un bas de jersey stérile collé par du vernis chirurgical ;
- découverte du sinus du tarse, après l'avoir repéré au doigt, par une incision de 3 à 4 cm, légèrement curviligne, sous et pré-malléolaire externe, le pied couché sur son bord interne en varus forcé. La gaine de l'extenseur commun des orteils reste en haut, celle du court péronier en bas, le pédieux est aperçu en avant et le collatéral du nerf musculo-cutané externe récliné ; le sinus tarsi est alors débarrassé du tissu fibro-graisseux et le ligament en haie, distendu, est réséqué au bistouri évitant

l'ouverture de l'articulation astragalo-calcanéenne postérieure (sinon il faut refermer la capsule) ;

- on creuse alors au ciseau gouge courbe une gouttière à la face inférieure de l'astragale et deux autres, plus étroites, à la face supérieure du calcanéum, futur lit du greffon ; on n'attaque que la mince corticale du sinus sans pénétrer profondément dans le spongieux friable ;
- à l'aide d'un instrument étroit et large tel qu'un ciseau frappé, on apprécie le degré de correction à apporter en réduisant le varus exagéré, jusqu'aux limites physiologiques du valgus recherché, ce qui apporte une estimation sur la dimension des greffons ;
- par une seconde incision sur la face antéro-interne de la diaphyse tibiale, on découvre la corticale qui est dépériostée soigneusement sur toute sa largeur et environ 4 à 5 cm de long. Au ciseau frappé ou mieux, à la scie vibrante, une baguette large de 15 mm et longue de 4 à 5 cm est prélevée puis recoupée en deux fragments trapézoïdaux.
- après essai d'encastrement et recoupe à la demande, les deux greffons sont introduits en force dans les gouttières creusées dans le sinus du tarse affrontés par leur surface spongieuse, les deux extrémités supérieures accolées alors qu'ils divergent légèrement sur le calcanéum, réalisant un montage en A fermé plus solide mécaniquement ; l'axe général est ainsi parallèle à celui du tibia, le pied placé à angle droit.

On veille à éviter toute hypercorrection sachant qu'ils pénètrent progressivement d'un ou deux millimètres dans le spongieux.

- fermeture des deux incisions, un plan simple au fil métallique fin au niveau du sinus du tarse, un plan sur le périoste et la graisse, en plus, au niveau du tibia.
- confection d'un plâtre jambier largement matelassé par du coton stérile le pied en varus équin modéré ; à la sixième semaine, confection d'un nouveau plâtre, le pied en position normale, autorisant la marche pendant six autres semaines.

Remarques : au début de notre pratique, les chaussures orthopédiques étaient conseillées durant un semestre, elles furent rapidement réservées aux seules atteintes d'origine neurologique.

Nous avons successivement utilisé :

- . un greffon tibial prélevé sur le membre opéré,

- . un greffon tibial plus important dont la moitié était conservée au congélateur dans une boîte à greffon stérile et utilisé une semaine plus tard pour le pied contro-latéral ce qui réduisait l'agression du deuxième temps ; mais devant l'inégalité tibiale secondaire au prélèvement initial, nous avons abandonné cette manière.
- . un greffon hétérogène de banque qui permettait d'opérer les deux pieds dans le même temps mais la non-assimilation, quelques douleurs secondaires, et l'obligation d'enlever un greffon mal toléré (obs. n° 28) ont rendu cette pratique de courte durée.
- . depuis plusieurs années, et dans le seul cas du pied plat valgus essentiel, le greffon péronier. Ce greffon péronier plus fragile, friable, doit être manipulé avec minutie lors de l'encastrement du sinus du tarse mais il s'assimile toujours en conservant des qualités mécaniques superposables au greffon tibial.

Aucune transplantation tendineuse n'a été associée au geste osseux dans le cadre de cette étude. Dans de rares cas d'instabilité du greffon, nous avons associé une ostéosynthèse temporaire du bloc tarsien postérieur par un poinçon transcalcanéo-astragalien enlevé dès la dessiccation du plâtre.

4.2.2.2.2. Les autres procédés :

Dans le même temps ou à la suite de la description de la technique de GRICE, de nombreux procédés, plus ou moins voisins parfois, ont été décrits :

- embrochage trans-astragalo-calcanéen (voie double) par un greffon péronier (BATCHELOR, 1955), méthode très voisine de celle décrite par OMBREDANNE. De bons résultats sont publiés (199) ; ou encore trans-calcanéo-astragalo-scaphoïdien avec un greffon tibial triangulaire (140) ;
- arthrorise sans avivement du sinus du tarse avec parfois une ostéosynthèse temporaire par agraffage (135) pour entraîner une hyperplasie externe de la sous-astragaliennne en la décomprimant (loi de Delpech).
- l'opération du "cavalier" de JUDET (112) qui remet l'astragale en selle sur le calcanéum avec une ostéosynthèse temporaire, recherche le même but en y associant un allongement modéré du ten-

don tricipital pour compenser l'augmentation de hauteur du tarse postérieur secondaire à la remise en selle. On a reproché des hypocorrections ou des récides après l'ablation du matériel et aussi qu'il s'agissait davantage d'une reposition du calcaneum, l'astragale restant solidaire de la mortaise tibio-péronière ; mais n'est-ce là, peut-être, qu'une querelle de mots. Elle peut s'adresser à des enfants jeunes (5-6 ans) mais est réservée aux pieds plats essentiels de type III et à moins de 0,5 % des consultants pour de soi-disant pieds plats (RIGAULT - LIGNAC -204-). On y a associé une greffe calcaneo-astragalienne externe (170) ou encore une transposition du jambier antérieur (23, 114).

- Abord interne et externe et utilisation d'un lambeau fibro-périostique après correction du valgus (216).
- Utilisation de greffon de banque (12, 221) parfois associée à une transplantation du jambier antérieur sur le scaphoïde (LUND) ou encore d'un greffon péronier avec ostéosynthèse trans-calcaneo-médullo-astragalienne (37) ou d'un greffon trapézoïdal (209) ou encore d'un greffon prélevé lors de la cure d'un hallux valgus (220).
- D'autres auteurs interviennent :
 - sur le calcaneum
 - . ostéotomie de translation interne avec fixation (116),
 - . ostéotomie avec greffons sous-thalamiques (135),
 - . combinaison d'une arthrorise par un greffon implanté dans le calcaneum à une résection partielle du premier cunéiforme qui abaisse la tête du premier métatarsien (52) ;
 - ou encore sur la scapho-cunéenne
 - . par une résection cunéiforme à base inférieure et une remise en tension ligamentaire par réinsertion du jambier antérieur et postérieur sur la partie plantaire du scaphoïde.
- Citons enfin l'association, au procédé de GRICE, de la transplantation de l'insertion du jambier antérieur sous le scaphoïde (83, 204), Opération de choix si la déformation est liée à un astragale en flexion plantaire avec ou sans diminution de l'angle dorso-plantaire astragalo-scaphoïdien. Mais il faut laisser persister un léger valgus sinon l'hypercorrection sera suivie d'une aggravation progressive extrêmement difficile à corriger.

Au terme de cette énumération fort longue des différentes méthodes, on peut conclure :

- La double arthrodèse sous-astragaliennne et médio-tarsienne a pour inconvénient de supprimer les articulations de première importance pour l'abduction et l'adduction, l'inversion et l'éversion du pied, elle n'a pas sa place chez l'enfant.
- Les arthrodèses limitées à un interligne permettent d'obtenir le maximum de correction avec le minimum de perte de mouvement, semblant respecter certaines règles anatomo-physiologiques. Elles peuvent s'appliquer au grand enfant devant des troubles fonctionnels importants et résistants au traitement conservateur de longue durée. L'âge optimum serait de 10 à 12 ans chez la fille et de 12 à 14 ans chez le garçon.
- Les interventions préventives réalisées avant 10 ans, dans le but de corriger les déformations et de prévenir les troubles fonctionnels sans fixer l'articulation, ont de moins en moins de place étant donné l'évolution le plus souvent spontanément favorable de la déformation.

5 - L E S I N D I C A T I O N S

Le geste chirurgical dans le pied plat valgus de l'enfant doit rester exceptionnel et n'être réservé qu'aux cas de grande laxité sous-astragaliennne avec valgus calcanéen, plongée astragalo-scaphoïdienne interne entraînant des déformations du bord interne du pied et une empreinte podoscopique modifiée.

Il est le dernier recours après le port de semelles orthopédiques correctes, l'usage de chaussures médicales ou même thérapeutiques, des essais de rééducation.

Il sera décidé devant l'aggravation des troubles fonctionnels (fatigabilité à la marche, douleurs de l'arrière-pied, impotence aux sports), devant la dégradation rapide et anormale des chaussures et souvent à la demande des parents, voire de l'enfant qui ne peut participer aux jeux des autres.

La décision est précédée de plusieurs examens successifs cliniques, podoscopiques et radiologiques notamment sous télévision, appréciant l'aggravation de la divergence astragalo-calcanéenne et l'horizontalisation de la colonne interne du pied. Les mesures doivent être précises et faites par le même opérateur pour qu'elles gardent une valeur comparative, la recherche de la réductibilité sous-astragaliennne confirmant les écarts progressifs entre le pied en charge et la position en varus équin.

Toutes ces restrictions confirment l'opinion générale sur la rareté de l'indication opératoire. Si, avant la deuxième année, presque tous

les enfants ont les pieds plats (120, 156), il s'avère qu'à 10 ans ils ont acquis spontanément, dans plus des trois quarts des cas, une architecture normale. Les autres bénéficient des méthodes conservatrices et sur plus de 2.000 enfants examinés par nos soins en 20 ans, à peine une quarantaine ont bénéficié d'un geste sanglant.

C'est pour ce petit nombre de candidats que nous avons pratiqué la méthode de GRICE.

Ô - C A S U I S T I Q U E

Notre étude porte sur une série de 70 interventions de GRICE isolées chez 35 enfants atteints de pied plat valgus essentiel.

6.1 REPARTITION :

- Sexe :

21 garçons totalisant 42 interventions et 14 filles 28 interventions.

- Age à l'intervention :

- chez les garçons : l'âge minimum est de 5 ans 3 mois
l'âge maximum est de 13 ans 4 mois
l'âge moyen est de 8 ans 4 mois
- chez les filles : l'âge minimum est de 6 ans 6 mois
l'âge maximum est de 13 ans 4 mois
l'âge moyen est de 11 ans 3 mois

Ainsi l'écart moyen entre les filles et les garçons est de 2 ans 11 mois.

- . globalement, l'âge moyen est de 9 ans 6 mois.

Il apparait que les garçons opérés plus jeunes sont en plus grand nombre (60 %) peut-être parce que les troubles fonctionnels sont plus évidents que chez les filles moins turbulentes. Mais on est en droit de se demander si l'évolution spontanée vers la stabilisation des lésions, même si les examens successifs semblaient péjoratifs, n'a pas évité à un certain nombre de filles un geste prématuré et peut-être d'indication relative puisque, opérées plus tardivement, elles le sont moins souvent (40 %).

6.2 MODALITES TECHNIQUES :

L'intervention s'est déroulée dans les conditions déjà décrites.

6.2.1 Le greffon utilisé est :

- tibial prélevé sur les deux côtés ou prélevé sur un seul os dans le premier temps et conservé pour le geste contro-latéral, réalisé une semaine après : 7 cas, 14 interventions (20 %) ;
- hétérogène dans 4 cas, soit 8 interventions (11,4 %). Ce sont les seuls cas où l'intervention a été bilatérale dans un seul temps ;
- péronier dans les 48 dernières interventions chez 24 enfants.

6.2.2. Aucun moyen de fixation n'a été utilisé sauf, dans 2 cas, d'instabilité, un embrochage trans-calcanéo-astragalien par poinçon durant la confection du plâtre et oté dès sa dessiccation (obs. n° 16).

6.2.3 L'immobilisation est assurée par un plâtre jambier, en léger varus équin, en évitant l'hyper-correction qui risque de déchausser le greffon ou le valgus qui peut exagérer la pénétration dans le spongieux.

6.3 SUITES OPERATOIRES :

Elles ont été simples. Nous n'avons à déplorer aucune complication immédiate ou précoce. Les fils sont otés au changement de plâtre, à la sixième semaine ; dans un cas d'utilisation de greffon hétérogène, la plaie n'était pas sèche d'un côté, le greffon s'est lysé radiologiquement et dut être enlevé secondairement en raison de douleurs (obs. n° 28 - perdue de vue tardivement).

Le deuxième plâtre, le pied en position de fonction, autorise la mise en charge et la marche.

A la douzième semaine, l'enfant est libéré et reprend progressivement la marche, parfois aidé, dans de rares cas, par quelques séances de kinésithérapie. Le contrôle radiologique a été systématique au sixième mois. Outre les données angulaires, il permet de juger de l'assimilation du greffon.

Aucune pseudarthrose n'est enregistrée mise à part les greffons hétérogènes qui n'ont eu d'autre ambition que de jouer le rôle d'une simple câle, parfois mal tolérée, d'où notre abandon. Leur seul avantage était de permettre un geste bilatéral en un seul temps.

6.4 LES OBSERVATIONS (TABLEAU)

Elles sont résumées dans le tableau en même temps que les résultats éloignés.

LES RESULTATS ELOIGNES (critères subjectifs et objectifs)													
LES OBSERVATIONS													
N° obs. Prénoms	Pied	Valgus	Empreintes plantaires	DAC _p avant réduction tibialité	après réduction tibialité	Age à l'intervention	greffon	Q + I	Valgus	Empreintes plantaires	DAC _p	Recul	Cotation
1 BE... Hervé	D G	18° 18°	3ème degré 3ème degré	52° 43°	32° 29°	13 ans 2 mois	P P	S S	C C	N N	31° 28°	5ans1/2	E E
2 SUP... P.Philip.	D G	18° 18°	3ème degré 3ème degré	53° 54°	39° 37°	12 ans	P P	S S	C C	N N	35° 36°	9 ans	E E
3 NAT... Damien	D G	20° 20°	3ème degré 3ème degré	54° 62°	40° 47°	11 ans	P P	S S	C C	N N	33° 35°	12 ans	E E
4 REY... J.Louis	D G	15° 15°	2ème degré 2ème degré	51° 52°	29° 28°	7 ans 1 mois	P P	S S	C C	N N	30° 32°	2 ans	E E
5 JAN... Patrice	D G	20° 20°	3ème degré 3ème degré	54° 50°	32° 30°	10 ans 7 mois	P P	S S	C C	N N	26° 23°	10 ans	E E
6 MAR... Christop.	D G	20° 23°	3ème degré 3ème degré	51° 55°	36° 40°	6 ans 3 mois	P P	S S	C C	N N	32° 30°	8 ans	E E
7 LAB... Jean	D G	18° 20°	3ème degré 3ème degré	53° 62°	42° 42°	6 ans 4 mois	P P	PS PS	C Hypo-corrigé	1er degré 2ème degré	39° 38°	6 ans	A A
8 COF... Didier	D G	20° 18°	3ème degré 2ème degré	51° 46°	27° 24°	6 ans 1 mois	P P	S S	C C	N N	27° 26°	2ans1/2	E E
9 COS... Jérôme	D G	15° 20°	3ème degré 3ème degré	56° 61°	37° 42°	6 ans 9 mois	P P	S S	C C	N 1er degré	36° 39°	3 ans	E A
10 NOE... Eric	D G	18° 15°	3ème degré 3ème degré	58° 51°	29° 38°	5 ans 3 mois	P P						Non revu
11 PER... Claude	D G	20° 15°	3ème degré 3ème degré	56° 50°	33° 36°	13 ans 3 mois	T T	PS PS	Hyper-corrigé C	tend ou creux N	30° 31°	15 ans	M A

12	PEG... Vincent	D G	20° 18°	3ème degré 3ème degré	50° 52°	35° 38°	5 ans 6 mois	T T	S S	C C	N N	28° 28°	6 ans	E E
13	PAL... Daniel	D G	15° 20°	3ème degré 3ème degré	51° 56°	36° 37°	13 ans 4 mois	P P	S S	C C	N N	35° 35°	12 ans	E E
14	LAC... Denis	D G	15° 15°	3ème degré 3ème degré	60° 61°	29° 25°	6 ans 4 mois	P P	S S	C C	N N	37° 27°	3 ans	E E
15	JAC... Pascal	D G	18° 18°	3ème degré 3ème degré	47° 50°1	28° 25°	5 ans 9 mois	H H	S S	C C	N N	29° 32°	5 ans	E E
16	CHO... Guy	D G	15° 20°	3ème degré 3ème degré	57° 50°	32° 28°	5 ans 6 mois	P P	PS S	C C	1er degré N	37° 35°	9 ans	A E
17	GRA... Bruno	D G	15° 15°	3ème degré 2ème degré	50° 52°	25° 26°	7 ans 8 mois	P P	PS PS	C C	1er degré N	32° 30°	7 ans	A A
18	KLE... Fabrice	D G	15° 18°	2ème degré 3ème degré	51° 57°	32° 37°	8 ans 7 mois	P P	S PS	C C	N 2ème degré	29° 38°	4ans1/2	E A
19	TEN... Alain	D G	22° 18°	3ème degré 3ème degré	55° 58°	35° 37°	9 ans 2 mois	T T	S S	C C	1er degré N	34° 37°	9 ans	A E
20	MAR... Bernard	D G	15° 15°	3ème degré 2ème degré	52° 48°	30° 29°	10 ans 2 mois	P P	S PS	C C	N N	38° 32°	12 ans	E A
21	DIS... Eric	D G	20° 20°	3ème degré 3ème degré	53° 54°	28° 34°	5 ans 4 mois	P P	S S	C C	1er degré N	41° 37°	1an1/2	A E
22	TRE... Pascale	D G	18° 20°	3ème degré 3ème degré	48° 52°	28° 33°	12 ans 6 mois	T T	NS NS	Hyper- corrigé Hyper- corrigé	creux creux	27° 22°	13 ans	M M
23	BOU... Emanuel	D G	18° 20°	3ème degré 3ème degré	54° 49°	37° 35°	13 ans 2 mois	P P	PS PS	C C	N N	26° 27°	8 ans	A A

LES OBSERVATIONS										LES RESULTATS ELOIGNES (critères subjectifs et objectifs)				
N° obs.	Noms Prénoms	Pied	Valgus	Empreintes plantaires	DAC _p avant réduc- tibilité	après réduc- tibilité	age à l'inter- vention	Greffon	Q + I	Valgus	Empreintes plantaires	DAC _p	Recul	Cotation
24	TAÏ... Corinne	D G	20° 15°	3ème degré 3ème degré	56° 50°	30° 27°	9 ans	P P	PS S	Hypo- corrigé C	3ème degré N	40° 39°	6 ans	M E
25	EXC... Marie Ch.	D G	20° 20°	3ème degré 3ème degré	56° 58°	36° 37°	12 ans 3 mois	T T	PS S	Hyper- corrigé C	creux N	26° 34°	12 ans	M E
26	BOR... Dominique	D G	20° 20°	3ème degré 3ème degré	56° 60°	34° 41°	13 ans 4 mois	H H	S PS	C Hypo- corrigé	N 2ème degré	35° 37°	10 ans	E A
27	STE... Monique	D G	20° 23°	3ème degré 3ème degré	58° 59°	32° 35°	13 ans 4 mois	H H	PS PS	Hypo- corrigé Hypo- corrigé	1er degré 2ème degré	30° 39°	12 ans	A A
28	ROB... Agnès	D G	18° 18°	3ème degré 3ème degré	52° 50°	35° 34°	12 ans 1 mois	H H						Non revue
29	FOU... Christine	D G	15° 15°	3ème degré 3ème degré	48° 51°	33° 30°	10 ans 7 mois	P P	S S.	C C	N N	29° 32°	9 ans	E E
30	BEL... Annick	D G	18° 15°	3ème degré 2ème degré	53° 50°	34° 31°	12 ans 4 mois	T T	S S	C C	N N	29° 31°	10 ans	E E
31	LAU... Sandrine	D G	15° 18°	3ème degré 3ème degré	42° 47°	33° 29°	10 ans 7 mois	P P	S S	C C	N N	35° 37°	2 ans	E E
32	BEN... Karine	D G	15° 15°	2ème degré 3ème degré	47° 48°	26° 29°	9 ans 4 mois	P P	S S	C C	N N	24° 27°	2 ans 1/2	E E

33	DUM... Marielle	D G	18° 15°	3ème degré 3ème degré	48° 47°	26° 28°	6 ans 6 mois	P P	S S	C C	N N	30° 33°	7 ans	E E
34	MOR... Laure	D G	15° 18°	3ème degré 3ème degré	50° 53°	28° 31°	10 ans 5 mois	T T						Non revue
35	BOL... Valérie	D G	15° 15°	2ème degré 2ème degré	47° 48°	21° 38°	11 ans 7 mois	P P	S PS	C C	N 1er degré	32° 33°	1 an 1/2	E A

D = droit
G = gauche

DAC_p = divergence astragalo-
calcanéenne de profil

P = péronier
T = tibial
H = hétérogène

Q = questionnaire
I = interrogatoire
S = satisfait
PS = partiellement
satisfait
NS = non satisfait

C = corrigé
N = normalisée
E = excellent
A = acceptable
M = mauvais

7 - L E S R E S U L T A T S

(TABLEAU)

7.1 PROTOCOLE D'APPRECIATION :

Deux variétés de critères ont été retenues pour juger les résultats.

7.1.1. Des critères subjectifs

concernant l'opéré et sa famille et en mars 1978, nous avons adressé aux familles des opérés le questionnaire suivant :

- | | | |
|--|-----|-----|
| - êtes-vous satisfait de l'intervention ?
(rayer la mention inutile) | OUI | NON |
| - l'enfant est-il satisfait de l'intervention ? | OUI | NON |
| - si cette intervention vous était à nouveau
proposée, l'accepteriez-vous ? | OUI | NON |
| - regrettez-vous d'avoir fait pratiquer cette
intervention ? | OUI | NON |
| - recommanderiez-vous à d'autres cette
intervention ? | OUI | NON |
| - quel est le bénéfice retiré par cette inter-
vention : | | |
| . meilleure forme du pied ? | OUI | NON |
| . marche plus facile ? | OUI | NON |

. disparition de la fatigabilité à la marche ?	OUI	NON
. pratique régulière des sports ?	OUI	NON
. quels sports sont pratiqués normalement ?		
- existe-t-il des troubles ?		
. gêne à la marche ?	OUI	NON
. douleurs à la marche ?	OUI	NON
. impossibilité de pratiquer certains sports ?	OUI	NON
. lesquels ?		
. gêne pour se chausser normalement ?	OUI	NON
. usure anormale de la chaussure ?	OUI	NON
- un autre traitement a-t-il été nécessaire ?	OUI	NON

Sur 35 questionnaires envoyés, nous avons eu 32 réponses, les trois manquants sont considérés comme de mauvais résultats.

7.1.2. Des critères objectifs

constatés aux examens cliniques, podoscopiques et radiologiques (tableau).

35 enfants ont été revus dans l'année de l'intervention.

32 enfants ont été examinés lors de la réponse au questionnaire (32 l'étaient pour la deuxième fois).

21 enfants sont venus à notre consultation plus de cinq années de suite.

7.2 COTATION :

Notre appréciation des résultats tient compte des données subjectives de l'interrogatoire et du questionnaire appréciant le bénéfice recueilli et de l'examen à plus ou moins long terme apportant des constatations pas toujours concordantes avec les précédentes.

D'où notre mode d'évaluation :

- Excellent :

- . absence de troubles fonctionnels (fatigabilité, gêne à la marche ...) reprise normale de l'activité sportive et de la gymnastique scolaire.
- . usure régulière et prolongée de la chaussure.
- . les parents et l'enfant accepteraient à nouveau l'intervention.
- . valgus physiologique, normalisation de l'empreinte plantaire et des angles radiologiques astragalo-calcaneéens.

- Acceptable :

- . discrets troubles fonctionnels uni ou bilatéraux sans restriction à la vie active.
- . usure moins régulière de la chaussure.
- . hypocorrection du valgus.
- . empreinte plantaire du type I ou II justifiant des semelles orthopédiques.
- . angles astragalo-calcaneéens normaux ou sub-normaux.

- Mauvais :

- . troubles fonctionnels persistant ou réapparaissant ou s'accentuant limitant certaines ou toutes les activités sportives, fatigabilité ..

- . usure anormale et déformation de la chaussure.
- . hypercorrection de l'arrière-pied.
- . empreinte plantaire de type III.
- . non-assimilation du greffon
- . angles astragalo-calcaneéens sub-normaux ou anormaux.
- . cas perdus de vue après un an.

7.3 LE REcul :

7.3.1 Chez les garçons : le recul minimum est de 1 an 1/2 (obs. n° 21)
 le recul maximum est de 15 ans (obs. 11)
 le recul moyen est de 7 ans 1 mois

7.3.2 Chez les filles : le recul minimum est de 1 an 1/2 (obs. 35)
 le recul maximum est de 13 ans (obs. 22)
 le recul moyen est de 7 ans 9 mois

7.3.3 Global moyen : il est de 7 ans 4 mois.

7.4 RESULTATS CHIFFRES :

7.4.1 GLOBAUX :

7.4.1.1 En fonction du nombre total d'interventions (70) :

- . excellents : 42 pieds, soit 60 %
- . acceptables : 17 pieds, soit 24 %
- . mauvais : 11 pieds, soit 16 %.

7.4.1.2 En fonction des sujets revus et ayant répondu au questionnaire (32 soit 64 interventions) :

- . excellent : 42 pieds, soit 66 %
- . acceptables : 17 pieds, soit 27 %
- . mauvais : 5 pieds, soit 7 %

7.4.2 EN FONCTION DU SEXE :

7.4.2.1 Garçons : 42 interventions

- . excellents : 28 pieds, soit 67 %
- . acceptables : 11 pieds, soit 26 %
- . mauvais : 3 pieds, soit 7 %

20 sujets revus = 40 interventions

- . excellents : 28 pieds, soit 70 %
- . acceptables : 11 pieds, soit 27,5 %
- . mauvais : 1 pied, soit 2,5 %

7.4.2.2 Filles : 28 interventions

- . excellents : 14 pieds, soit 50 %
- . acceptables : 6 pieds, soit 21 %
- . mauvais : 8 pieds, soit 29 %

12 sujets revus = 24 interventions

- . excellents : 14 Pieds, soit 58 %
- . acceptables : 6 pieds, soit 25 %
- . mauvais : 4 pieds, soit 17 %.

7.4.3 EN FONCTION DES CRITERES FONCTIONNELS :

Les 32 réponses au questionnaire (sur 35 opérés, soit 91 %) et l'interrogatoire permettent de classer les résultats subjectifs en satisfait, partiellement satisfait et non satisfait correspondant à notre cotation : excellent, acceptable, mauvais.

. excellents :	19 réponses sur 35 opérés = 54 %	14 garçons
	19 réponses sur 32 opérés = 59 %	5 filles
. acceptables :	12 réponses sur 35 opérés = 35 %	6 garçons
	12 réponses sur 32 opérés = 38 %	6 filles
. mauvais :	4 dont 3 perdus de vue sur 35 opérés = 11 %	1 garçon
	1 seule réponse mécontente sur 32 opérés = 3 %	3 filles

A la question posée :

"accepteriez-vous à nouveau l'intervention ?" et/ou
 "recommanderiez-vous cette intervention à d'autres ?" et/ou
 "êtes-vous satisfait de l'intervention ?"

- . 31 opérés sur 35 répondent par l'affirmative = 89 %
- . 3 sans réponse
- . 1 mécontent (obs. 22).

A la question posée :

"un autre traitement a-t-il été nécessaire ?"

- . 1 patiente (obs 22) a été réopérée,
- . 1 autre porte des semelles orthopédiques (obs. 24).

7.4.4 EN FONCTION DES CRITERES OBJECTIFS :

(32 patients réexaminés, soit 64 pieds).

7.4.4.1 Correction du valgus :

- . excellents : 55 sur 64 = 86 %
- . acceptables : 5 sur 64 = 8 %
- . mauvais : 4 sur 64 = 6 %

7.4.4.2 Correction du planus :

- . excellents : 47 sur 64 = 73 %
- . acceptables : 12 sur 64 = 19 %
- . mauvais : 5 sur 64 = 8 %

7.5 ANALYSE DES RESULTATS :

7.5.1 LES MAUVAIS RESULTATS :

En tenant compte des critères objectifs et subjectifs d'appréciation, nous notons 11 mauvais pieds, soit 16 %.

Répartition :

- . 3 patients (soit 6 pieds) perdus de vue, considérés, à priori, comme mauvais.
- . 4 pieds chez 3 sujets sont hypercorrigés (obs. 11, 22, 25) avec un cavus exagéré.
- . 1 pied (obs. 24) a un valgus hypocorrigé mais un planus exagéré avec une empreinte du 3ème degré.

Causes possibles de ces échecs :

- . une mauvaise analyse pré-opératoire de la déformation (laxité tibio-tarsienne, endorotation tibiale où le pied plat est l'expression d'une nécessité physiologique, erreurs radiologiques, ...)
- . une faute technique dans la réalisation du geste : greffon insuffisant, trop fragile, trop long, mal orienté, hétérogène ...
- . assimilation retardée du greffon,
- . immobilisation incorrecte surtout dans le deuxième temps plâtré.
- . sepsis larvé.

7.5.2 LES RESULTATS ACCEPTABLES :

Représentent 24 % d'après les critères retenus mais la dégradation relative de l'intervention résulte soit de notre appréciation

objective soit de celle, subjective, du patient et de son entourage, soit de la combinaison des deux. Ces 17 pieds témoignent ou bien d'une correction insuffisante du valgus ou du planus, ou bien de troubles fonctionnels discrets ne gênant pas la vie active.

L'analyse de ces résultats acceptables (cf. tableau des observations et des résultats) nous montre les discordances entre les résultats fonctionnels et ceux constatés à l'examen, ceci nous autorise à soulever le problème du retentissement isolé de l'intervention sur le pied alors que les déformations sont corrigées (exemple obs. n° 20 et 23).

8 - C O M M E N T A I R E S

L'intervention de GRICE dans le pied plat valgus essentiel de l'enfant nous apporte, en groupant les résultats excellents et acceptables, plus de deux tiers de cas satisfaisants aussi bien pour l'opérateur que pour le patient puisque 89 % accepteraient à nouveau le geste malgré ses contraintes.

Mais ce chiffre flatteur, largement tempéré par l'appréciation détaillée du bénéfice fonctionnel acquis, quoi que l'examen des sujets nous semble beaucoup plus optimiste, appelle quelques remarques.

Ainsi, certains se plaignent d'un ou des deux pieds avec une morphologie que nous considérons excellente, alors que des pieds incomplètement corrigés ne sont l'objet d'aucune plainte.

Il est possible que l'olisthesis astragalo-calcaneum bloqué par la synostose soit responsable de cette contradiction en retentissant sur le squelette antérieur du pied et sur le couple de torsion alors que le talon reste correct.

De même, les filles opérées à un âge plus avancé, mais en plus petit nombre, peut-être par l'évolution spontanément favorable de certaines déformations qu'on estimait évolutives, ont des résultats moins brillants. Est-ce parce que l'intervention plus tardive a porté sur des lésions plus évoluées ou bien parce que la dégradation secondaire de la sous-astragaliennne, bloquée, s'est manifestée plus rapidement en fin de croissance ?

Si les résultats les plus mauvais ne sont pas le lot des premiers opérés et que l'on trouve d'excellentes observations ayant un recul de plus de dix ans, il nous manque encore bien des décennies pour porter un jugement valable sur le devenir éloigné de nos patients dont peu ont atteint l'âge adulte.

Cette lourde interrogation est suggérée par l'étude approfondie de l'embryologie, de l'évolution du pied et par conséquent de la voûte plantaire au cours de la croissance où les auteurs semblent unanimes à lui accorder un développement progressif jusqu'à la puberté rejoignant la constatation empirique du cordonnier sur le "noeud d'amour" de l'adolescence.

A-t-on encore le droit d'intervenir plus tôt, même si les signes cliniques sont alarmants, même si la demande est pressante ? Nos mauvais résultats et une partie de ceux que nous considérons comme acceptables sont peut être une mise en garde en face d'inconnues que nous ne maîtrisons, à ce jour, qu'incomplètement.

9 - C O N C L U S I O N S

De 1959 à 1979, deux cent quarante sept interventions de GRICE (arthrodèse sous-astragalienne extra-articulaire) ont été pratiquées.

D'abord réservée aux séquelles de la poliomyélite antérieure aiguë, puis aux atteintes de l'infirmité motrice d'origine cérébrale et à quelques séquelles de déformations congénitales, il nous a semblé licite de proposer cette intervention aux pieds plats valgus essentiels de l'enfant rebelles aux méthodes conservatrices et s'aggravant avec la croissance.

Outre la déformation cliniquement et radiologiquement évolutive, l'importance des troubles fonctionnels : gêne à la marche, fatigabilité rapide, douleurs faisant abandonner les sports et gymnastique scolaire, usure anormale de la chaussure ... nous ont poussé à cette solution extrême.

Nous avons ainsi réalisé soixante dix gestes dans le sinus du tarse chez trente cinq enfants ; d'abord avec des greffons prélevés sur chaque tibia puis sur un seul et conservé pour le second temps, puis avec des implants hétérogènes et enfin, depuis plus de dix ans, avec un greffon péronier.

Sur les trente cinq opérés, d'âge moyen de 9 ans 6 mois, trente deux ont été revus avec un recul moyen de 7 ans 4 mois, réunissant soixante quatre interventions ; celles-ci sont analysées sur des critères radiologiques, podoscopiques et surtout fonctionnels.

Toutefois, nos résultats tiennent compte du nombre total des interventions, soit soixante dix. On obtient :

- . quarante deux excellents résultats avec normalisation des composantes de la déformation, reprise de la gymnastique scolaire et des sports même violents, disparition des douleurs à la marche et de la déformation des chaussures et satisfaction des parents ;
- . dix sept résultats acceptables avec ou sans troubles fonctionnels discrets mais avec une correction insuffisante du valgus et/ou une empreinte plantaire subnormale ;
- . onze mauvais résultats avec troubles fonctionnels divers, hyper-correction ou incidents dûs à la technique (non assimilation du greffon) ou malades perdus de vue.

De l'ensemble, il se dégage une impression favorable dans 84,3 % des cas, mais notre démarche doit être tempérée des notions suivantes :

- le pied plat valgus de l'enfant est une affection bénigne dont l'évolution spontanée ou aidée de méthodes conservatrices est dans l'immense majorité favorable et ce n'est que dans les très rares cas d'échec que nous avons osé intervenir.
- le blocage de la sous-astragaliennne comme sa détérioration peuvent retentir secondairement sur les articles sus et sous-jacents. Le choix reste ainsi préoccupant entre l'agression délibérée et l'abandon coupable.

Au terme de cette étude, il apparaît que l'intervention de GRICE doit avoir une part de plus en plus restreinte dans le traitement du pied plat valgus essentiel de l'enfant, ne l'autorisant que dans les dégradations progressives après échec de toutes les méthodes conservatrices. Celles-ci devenant plus performantes et le dépistage de la déformation plus systématique et continu, il est à souhaiter que l'arthrodèse sous-astragaliennne extra-articulaire regagne son domaine initial.

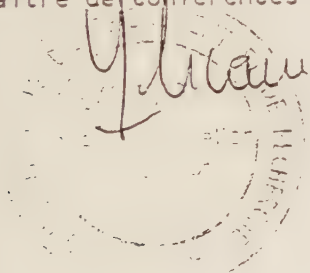
Le Président de la Thèse : *J. Gilly*
[Signature]

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
 Lyon, le

24 FEV. 1981

L'Administrateur Provisoire de l'Université
 LYON I

Le Doyen de l'U.E.R. LYON NORD
 Docteur Y. MINAIRE
 Maître de Conférences agrégé



- BIBLIOGRAPHIE -

1. ALLDREGE R.H. - RIORDAN B.C.

The use of staples and bone chip grafts for internal fixation
in foot stabilization operations.

J. Bone Joint Surg., 1953, 35.A, 951-957

2. ALLENBACH E.

Traitement chirurgical du pied plat.

Revue d'Orthopédie, 1928, 3ème série, XV, 650-693

3. ANTHONY R.

Evolution du pied humain.

Bull. et Mém. de la Société d'Anthropologie de Paris, 1902,
818-835

4. AUBRIOT J.H.

Les métatarsalgies.

48ème Réunion annuelle de SOFCOT, supplément n° 11, Tome 60,
1974, Rev. Chir. Orthop., 1974

5. BACHMANN R.

Expériences avec le traitement opératoire des pieds plats des
adolescents.

Z. Orthop. Chir., 1953, 78, n° 9, 379-385

6. BAER J.G.

Cours d'anatomie comparée des vertèbres.
(citation EMC) Masson édit., Paris, 1958

7. BAKER-DODELIN

Extra-articular arthrodesis of the subtalar joint (Grice procedure).
Journal of American Medical Association, 1968, 1, 1005

8. BACKER L.D. - HILL L.M.

Foot alignment in cerebral palsy patient.
J. Bone Joint Surgery, 1964, 46.A, 1-15

9. BASMAJEAN

Rôle des muscles dans le soutien de la voûte plantaire.
J. Bone Joint Surg., 1963, 45.A, 6, 1184-1190

10. BASORA J.M.

Le pied plat valgus.
Podologie - Pratiques - Techniques - Actualités de 1962 à 1968,
IV, 159-160

11. BAUDOUIN Ph.

Contribution à l'étude radiologique statique du pied.
Thèse, Paris, 1966, n° 292

12. BEAU A. - PREVOT J. - MASSE P.

Intervention de Grice dans le pied valgus paralytique.
Rev. Chir. Orthop., 1961, 47, 233-234

13. BENSACHEL H. - BAUM Ch.

Le pied plat de l'enfant : mythe ou réalité ?
Rev. Prat., 1974, XXIV/53, 4.771-4.782

14. BERARDI G.C.

Traitement chirurgical du valgus calcanéen.
Podologie Annales, 1965, IV

15. BERARDI G.C. et CHIAPPARA P.
Considérations sur le pied plat statique.
Concours Médical, 1964, 17, X, 5757-60

16. BLUM A.
Chirurgie du pied.
Asselin et Housseau édit., Paris, 1888

17. BOHMER E.
Etiologie, pathogénie et traitement conservateur du pied plat contracté.
Z. Orthop., 1956, 87, n° 2, 274-286, 11 (résumé français)

18. BOMMELAER M.
Le pied plat valgus statique chez l'enfant.
Thèse 1975/76, Toulouse 430

19. BONNET
Thérapeutique des maladies articulaires.
Thèse, 1853

20. BOUBEE
Monographies de l'école des cadres de Bois-Larris.
"Bilans analytiques et fonctionnels en rééducation neurologique".
Tome 1, Masson, Paris, 1975

21. BOULLE M.
Les hommes fossiles : essai de paléontologie humaine.
Masson édit., Paris, 1939

22. BOURGEAU D.
La correction des grandes malformations du pied.
Union Médicale Canadienne, 1970, 99, 844-852

23. BOURHANE H.M.
Opération du cavalier et transposition du jambier antérieur dans le pied plat valgus de l'enfant.
Thèse Médecine, Strasbourg, 1973, 114

24. BRAUN S.

Comment examiner un pied.

Vie Médicale, Juin 1971, 1, 2593-2615

25. BRIZON J. - CASTAING J.

Les feuillets d'anatomie.

Fascicule II, Maloine, 1967

26. BROWN A.

A simple method of fusion of the subtalar joint in children.

J. Bone Joint Surg., 1968, 50.B, 369-371

27. BURGER-WAGNER A.

Les impératifs en kinésithérapie pour les interventions de Scholder et de Grice.

J. Kinésith., 1967, 15, 15-19

28. CAHUZAC M. - CLAVERIE P. - OLLE R. - MANSAT C. - NICHIL J. -
DELPECH R.

Notre expérience dans la chirurgie du pied chez l'enfant infirme moteur-cérébral.

Chirurgie, 1972, 98/11, 680-688

29. CALGAGNI V.

Solidarisation des tendons jambiers - dans le traitement du pied plat valgus.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités, 1962 à 1968, IV, 203-205

30. CAPECCHI V.

Gli engoli de torsione della ossa meta-tarsali del piede umano ed il loro rapporti - con la sviluppo dell'arcato trasveize.

A.H.I. XV Reunione Soc. a. it Progr. Scienze, 1954, 324

31. CARRIAS M.L.

La chirurgie du pied valgus, le grice armé.

Thèse, Marseille 1978, 485

32. CASSE G.

La voûte plantaire, essai sur sa formation, sa constitution,
sa mensuration pratique.

Thèse 1899-1900, n° 92

33. CHARDIN (TEILHARD DE)

Citation E.M.C.

Path. Chirurgicale, 15, 73,4 -

34. CHIAPARRA

Le valgus du talon.

Podologie Annales, 1965, IV, 129

35. CHIAPARRA P. et BERARDI G.C.

Chute de la tête de l'astragale dans la genèse de l'abaissement
de la voûte plantaire.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités, 1963, II, 73-87

36. CHIGOT P.L.

Pied plat de l'enfant et de l'adolescent.

J. Méd. Chir., 8 avril 1955, n° 8, 298-306

37. CHIGOT P.L. - SANANES

Arthrodèse de Grice. Indications nouvelles et variante technique.

Rev. Chir. Orthop., 1965, 51, 1, 53-65

38. CHIGOT P.L. - GUERLOT J.C.

Arthrodèse sous-astragalienne, technique de Grice modifiée.

Rev. Chir. Orthop., 1970, 56, 8, 771-773

39. CHUINARD E.G. - BASKIN M.

Claw foot deformity treatment by transfer of the long extensor
into the metatarsals and fusion of the interphalangeal joints.

J. Bone Joint Surg., 1973, 55.A, 351-362

40. CIARDI-DUPRE

La fusione del muscolo tricipite surale consideration rapporto
ei fenomeni che probabilmente elbero importenze nella genesi
del piede umano.

Studi Sarsaresi, 1961, XVIII, 1-18

41. CIAUDO D.

Surgical reestablishment of the equilibrium of the foot following
paralysis of the anterior and posterior leg muscles.

Journal Medical Liban, 1965, 18, 371-379

42. COLLADO-ESPI V.

Pieds plats valgus de l'enfant/

Biol. Soc. Valenciana : ped, juillet-août-septembre 1966, 8,
n° 31, 199-218

43. COPEL R.

Déformation des membres inférieurs chez l'enfant.

Etude des causes courantes et kinésithérapie (genu valgum et
varum pieds plats).

J. Kinésith., juillet-août 1965, 13, 132

44. COURRIADES H. - BARRY J.

Psycho-somatisme et pied plat.

Comm. 4ème congrès coll. Int. Podologie Ostende, 1962

45. COURRIADES - VOUTEY H.

Pied creux valgus.

Comm. 6ème Congrès Coll.Int. de Podologie, Gênes, 1964

46. COWELL H.R.

Extensor Brevis arthroplasty.

J. Bone Joint Surg., 1970, 52.A, 820

47. COVEY - TURGEMAN G.

Indications de l'intervention de Grice dans le pied plat valgus
de l'enfant.

Thèse, Grenoble, 1976, 170

48. CRENSHAW A.H.

Traité de chirurgie orthopédique de la clinique Campbell.

Tome V et Tome VI, Maloine, Paris, 1965

49. DANIELS L. - WORTHINGHAM C.

Evaluation de la fonction musculaire.

Maloine, Paris, 3ème édition, 1973

50. DE DONCKER E.

Le pied plat valgus de l'enfant.

Acta Orthop. Belg., 1956, 22 (6), 561-78

51

Considérations sur les pieds plats pendant la croissance.

IVème Congrès Coll. Int. de Podologie, Ostende, 1962

52.

Traitement du pied valgus souple : arthrorise sous astragalienn
et ostéotomie du 1er cunéiforme.

Acta Ortho. Belg., 1962, 28, 709

53. DE DONCKER E. - KOWALSKI C.

Le pied normal et pathologique. Notions d'anatomie, de physiologie et de pathologie des déformations du pied.

Acta. Ortho. Belg., 1970, 36/3, 376-559

54. DELCHEF et SOEUR R.

Le traitement du pied plat statique.

Bruxelles, Société Belge de Chirurgie, 1936

55. DENIS A.

Les podalgies statiques.

Les Feuilletts du Praticien, 1970, 35, 613-657

56. DENIS A.

Pied plat valgus statique.

Encyclopédie Médico-Chirurgicale Appareil locomoteur,

Fasc. 15.730, F.10 (3. 1974).

57. DENIS A.

Le pied plat valgus statique.

Rev. Chir. Orth., 1977, 63, 8, 740-744

58. DEPREUX R. - FONTAINE M.

La voûte plantaire et la croissance.

Bull. de la Soc. Arthropologique, Paris, 1960, 10, 139-156

59. DESBROSSES J. - STAGNARA P.

L'opération de Grice.

Rev. Chir. Orthop., 1968, 54, 791-792

60. DESTOT E.

Traumatismes du pied et rayons X.

Masson édit., 1911

61. DEWEZ Francis

Place de l'arthrodèse extra-articulaire sous astragalienn
de Grice dans le traitement du pied valgus de l'enfant.

Thèse, Lille, 1974, n° 230

62. DE WULF A. - DE DONCKER E.

Traitement non sanglant du valgus du talon.

Podologie Annales, 1965, IV

63. DIAZ J.M.P.

Traitement chirurgical du pied plat.

Prensa.Med.Argent., 28 août 1959, 46, n° 35, 2192-2195

64. DJIAN A. - ANNONIER Cl. - DENIS A. et BAUDOIN P.

Radio podométrie. Principes. Résultats.

J. Radiol. Elect., 1968, 49, 769-771

65. DUBOIS J.Ph.

Indications et techniques des semelles orthopédiques dans
la correction du pied plat interne.

Concours Médical Petites Cliniques Podologiques, 1959, 30, V,
2557-64

66. DUBOIS J.Ph.

Le pied, la marche et la chaussure.

Vie Médicale, 1971, 1, 2577-2590

67. DUBOIS J.Ph.

Principales indications des semelles orthopédiques.

Concours Médical, 1974, 21, 12, 96-45, 6672-6680

68. DUC M.

Résultats d'arthrodèses sous astragaliennes et médio-tarsiennes pratiquées à l'hôpital orthopédique.

Revue Médicale de Suisse Romande, 1963, 83, 350-358

69. DUCHENNE DE BOULOGNE

Physiologie des mouvements.

Ann. Méd. Phys., 1975, n° exceptionnel

70. Physiologie des mouvements.

Baillères et Fils, Paris, 1887

71. DUCROQUET - LAUNAY

Arthrodèse du pied.

Revue Médicale, 30 juin 1909

72. DUPUIS Paul-Victor

La torsion tibiale. Sa mesure. Son intérêt clinique, radiologique et chirurgical.

Masson et Cie, Paris, 1951

73. DYKES J.D.

Le pied plat chez l'enfant.

Méd. J. Australia, 28 décembre 1963, 50, n° 26, 1047-1049

(cité par E.M.C.)

74. ELFTMANN H.

La médio-tarsienne et son contrôle.

Clinical. Orthopédics, 1960, 16, 41-46

75. FERCIOT

Causes du développement du pied plat congénital.

Clinical Orthopédics, 1972, 85, 7-10

76. FOREST de FAYE

Déviat[i]on consécut[i]ve à l'arthrite et de son rôle dans une variété de pieds douloureux.

Thèse de Paris, 1888

77. FORSTER A.

La voûte tarsienne transversale. Sa formation. Son mécanisme.

Archives de Morphologie, 1922, 6

78. FRANCILLON R.

Pied plat dévié et muscle jambier postérieur.

Schweitz Med. Wschr., janv. 1947, 77, n° 3, 116-119

79. FRANCO F. - GAMBIER R.

L'arthrodesi secundo Grice nel piede valgo poliometitico.

Arch. Putti., 1968, 23, 194-205

80. FRIED A.

Paralytic valgus deformity of the foot.

J. Bone Joint Surg., 1970, 52, 1674-1676

81. GAUNEL Ch.

Diagnostic des troubles statiques de la voûte osseuse du pied.
Indices de cavitation et de pronosupination, podologie, pratique, techniques.

Actualités, Paris, 1971, 6, Masson, édit., 331-363

82. GAUTHIER G.

Trouble biomécanique du pied plat.

Rev. Chir. Orthop., 1977, 63, 8, 736-739

83. GIANNESTRAS N.J.

Foot Disorders.

Medical and Surgical Management. Second Edition Lea and
Febiger. Philadelphie, 1973

84. GIANNESTRAS N.J.

Flexible valgus, flatfoot resulting from naviculo-cuneiform
and talo-navicular sag. In Batemanj E.
Foot Science W.B. Saunders, édit., Philadelphie, 1976,
chap. VII, p.67, 105

85. GOLDEN - BIRD

Operations on the tarsus in confirmed flat foot.
Lancet, 1889

86. GOSSELIN

Bulletin de l'Acad. Médecine, 1865, t.XXXI, p.14

87. GRICE D.S.

An extra-articular arthrodesis of the subtalar joint for
correction of paralytic feet in children.
J. Bone Joint Surg., 1952, 34.A, 927-940

88. GRICE D.S.

Further experience with extra-articular arthrodesis of the
subtalar joint.
J. Bone Joint Surg., 1955, 37.A, 246-259

89. GRIOSIO Jorge A.

Pie plana infantil.
Revista de ortopedia y traumatologia, 1973, XVIII, 243-6

90. GRUET M. - HONORAT M.

L'arthrodèse extra-articulaire de la sous-astragaliennne selon
la technique de Grice et Green dans le traitement des pieds
plats paralytiques.
Bulletin de la Société Médicale d'Afrique Noire en Langue
Française, 1970, 15, 245-250

91. HARRIS R.I. et BEATH Th.

Etiology of peroneal spastic flat foot.

J. Bone Joint Surg., nov.1948, 30.B, n° 4, 624-634

92. HARRIS R.I.

Rigid valgus foot due to talocalcaneal bridge.

J.B.J.S., janv.1955, 37.A, n° 1, 169-183

93. HAUSER Emil J.W.

Diseases of the foot.

2ème édition 1950, W/B. Saunders Compagny, Philadelphia

94. HELFET A.J.

A new way of treating flat feet in Children.

Lancet, 1956, 262

95. HENDRIX G.

Pathogénie des déformations statiques des voûtes du pied.

Rapport de la Société Belge d'Orthopédie (Bull. n° 3, avril-mai 1934)

96. HENDRIX G.

Rôle du système nerveux dans la genèse du pied plat valgus du jeune enfant.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités, 1962 à 1968, V, 86-87

97. HENKE

Die contracturen der Fuss Wurzel.

Zeitch 1, Rationnelle Medecine, 1859

98. HICKS J.A.

The mechanics of the foot.

Journal of Anatomy and Physiology, 1953, 88, 345-357

99. HOHMANN

Fuss und Bein Munchen.

Verlag von J.F. Bergmann, 1951

100. HOHMANN G. et STUMPF
Orthopädische Gymnastik
Leipzig, 1933
101. HOKE M.
An operation for the Correction of Extremely. Relaxed Flatfeet.
J. Bone Joint Surg., 1931, 13, 773-783
102. HUC Georges
Intervention pour pied plat antérieur.
Rev. Orthop., 1928, XV, 6, 628
103. HUETER
Archives de Virchow, 1862
104. HUTTER G.C. - SCOTT W.
Tibial torsion.
J. Bone Joint Surg., 1949, 31.A, 511-518
105. HUGO - ADAM KEIM et RITCHIE GORDON W.
Weight bearing roentgenograms in the evaluation of foot deformities.
Cliniques Orthopédiques, Mai-juin 1970, 70, 133-136
106. HSU L.C.S.- YAU A.C.M.C. - O'BRIEN J.P. - HODGSON A.R.
Valgus deformity of the ankle resulting from fibular resection for a graft in subtalar fusion in Children.
J. Bone Joint Surg., 1972, 54.A/3, 585-594
107. HUNT J.C. - BROOK A.L.
Subtalar extra-arthrodesis for correction of paralytic valgus deformity of the foot. Evaluation of forty four procedures with particular reference to associated tendon transference.
J. Bone Joint Surg., 1965, 47.A, 1310-1314

108. JACK E.A.

Bone anomalies of the tarsus in relation to peroneal spastic flat foot.

J.B.J.S., nov.1954, 36.B, n° 4, 530-547

109. JONES B.S.

Flat foot a preliminary report of an operation for severe cases.

J. Bone Joint Surg., 1975, 57, 279-282

110. JUDET J. - JUDET R. - LAGRANGE J. - LORD G. - ROY-CAMILLE R.

Traitement chirurgical de la maladie de Little.

Gazette Méd. France, 1961, IV/2, 1059-1062

111. JUDET R. - JUDET J. - RIGAULT P.

Possibilités de correction chirurgicale des malformations des os du pied.

Presse Médicale, janv.1966, 74, n° 4, 157-159

112. JUDET J.

Actualités de chirurgie orthopédique de l'hôpital Henri Poincaré.

IX, Masson, Paris, 1971

V, Masson, Paris, 1966

113. KAPANDJI A.

Physiologie articulaire - Membres inférieurs.

Fascicule II, Librairie Maloine, Paris, 1975

114. KEHR P. - LANG G. - HAMID M. - NUSS J.M. - JUNG F.

Opération du cavalier et transposition du jambier antérieur, dans les pieds plats et pieds valgus.

Ann. Chir., décembre 1974, 28, (12), 1057-62

115. KIRMISSON

Du pied plat valgus douloureux ; différents procédés d'ostéotomie applicables à la cure de cette affection.

Rev. d'Orthop., 1890, n° 1

116. KOUTSOGIANNIS

Traitement du pied plat souple par ostéotomie de translation du calcanéum.

J. Bone Joint Surg., B, I, 53, 96-100

117. LACHERETZ M. - DEBEUGNY P.

L'arthrodèse sous-astragaliennne extra-articulaire selon le procédé de Grice pour pied valgus paralytique : son utilisation possible dans le pied creux talus.

Rev. Chir. Orthop., 1963, 49, 2

118. LACHERETZ - DEBEUGNY

L'arthrodèse sous-astragaliennne extra-articulaire selon le procédé de Grice pour le pied valgus paralytique : son utilisation possible dans le pied creux talus.

Rev. Chir. Orthop., 1964, 50, 87-107

119. LACHERETZ M.

Le pied plat statique de l'enfant et de l'adolescent.

Lille Médical, 3ème série, 1972, tome 17, numéro spécial. 397-8

120. LACHERETZ M.

Le pied plat statique de l'enfant. Le traitement entre 10 et 14 ans.

Rev. Chir. Orthop., 1977, 63, 8, 765

121. LAGADEC H.

Etude des échecs dans les arthrodèses du pied chez les enfants.

Thèse Médecine, Bordeaux, 1958, n° 181

122. LAHDENRANTA M. - PYLKKANEN P.

Subtalar extra-articular fusion in the treatment of valgus and varus deformities in Children.

A review of 162 operations in 136 patients.

Acta. Orthop. Scand., 1972, 43, 438-460

123. LAKE NORMAN C.

The foot.

William Woodard, Nouvelle édition, 1943

124. LANCE Marcel et LAMY L.

Orthopédie.

1 vol. Maloine, 1938

125. LANG G. - KEHR P. - SEJOURNE P. - POINTU J.

Notre expérience du traitement chirurgical du pied plat
valgus par remise en selle de l'astragale sur le calcanéum.
Mémoires de l'Académie de Chirurgie, 1979, 105, 4, 261-267

126. LAURENCE G.

Orthopédie du premier âge.

Librairie Maloine, S.A., Paris

127. LE DAMANY

Les torsions osseuses : leur rôle dans la transformation
des membres.

Journal d'anatomie et de la physiologie, 1903, 39, 126-165,
313-337, 426-450, 534-545

128. LECOEUR P.F.

La pince malléolaire. Physiologie normale et pathologie du
péroné.

Thèse, Paris, 1938

129. LEDOS M.

Architecture et géométrie du pied.

Edit. par l'auteur, Paris

130. LELIEVRE J.

Quelques aspects de la pathologie du pied.

Gazette Méd. France, 1953, 60, 385-397

131. LELIEVRE J.
Synthèse sur le valgus du talon.
Podologie, Pratique, Technique, Actualité, Paris, 1964
IIIe Coll. Int. Podol., édit.
132. LELIEVRE J.
Synthèse sur le valgus du talon.
Podologie, 1965, 4, 183-190
133. LELIEVRE J.
Lésions statiques du pied.
Rev. Prat. (Paris), 1967, 17, 1035-1099
134. LELIEVRE J.F.
Genu valgum et pied plat chez l'enfant. Indications thérapeutiques dans les formes essentielles.
Maroc Médical, novembre 1970, 50, 689-90
135. LELIEVRE J.
Pathologie du pied.
Masson, Paris, 1971
136. LELIEVRE J.
La chaussure de l'enfant.
Podologie, 1962, 186-192
137. LEVAME J.H.
- Anatomie fonctionnelle du pied
Vie Médicale, 1971, 1, 2567-2574
- Appréciation des pressions plantaires par le podogramme.
Cah. de Rééd. et Réad., 1970, 5/4, 141-164
138. LEWIN P.
The foot and ankle.
Kimpton, London, 1949

139. LIGNAC F. - RIGAULT P.

Piedplat essentiel chez l'enfant.

Nouvelle Presse Médicale, 1977, 6, n° 36

140. LOPEZ A. et ZUZUARREGUI C.

Tratamiento del pie plano valgo.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualité, II, 1963, 63-71

141. LOZE J.

La correction chirurgicale des déformations en valgus de l'arrière pied chez l'enfant.

Thèse Médecine, Toulouse, 1969, n° 44

142. MASSART Raphaël

Affections médicales et chirurgicales du pied.

1 vol., 151 p., 44 fig., G. Doin et Cie, 1948

143. MASSE P. - TAUSSIG G. - ELBERG J.F.

Techniques chirurgicales en orthopédie pédiatrique.

Flammarion, 1975

144. MEARY R. avec la participation de LACHERETZ M. et RIGAULT P.

Symposium sur le pied plat.

Ann. Orthop. Ouest, 1969, I, 57 à 60

145. MEARY R. - ROGER A. et TOMENO B.

Arthrodèse du couple de torsion.

Techniques Chirurgicales de l'E.M.C., tome 3 d'orthopédie, feuillet 44.904

146. MEGRET H.

La verticalisation de l'astragale dans le pied plat valgus du jeune enfant.

Thèse Médecine, Lyon, 1966, n° 91

147. MEYER H.

Die controversen der plattfussfrage.

Z. Orthop. Chir., XXI, p.217

148. MEYER W.

Operative treatment of flat foot by supramalleolar osteotomy.

New York Med. Journal, 24 mai 1890

149. MEZZARI A.

La poliomyélite : diagnostic et traitement des séquelles.

Maloine, Paris, 1965

150. MICHEL C.R.

Le pied plat essentiel.

Cahiers Médicaux Lyonnais, 1966, 42, 6, 431-438

151. MILLER

Du pied plat.

Edimbourg Méd. Journ., 1889

152. MILLER O.L.

A plastic foot operation .

J. Bone Joint Surg., 1927, 9, 84-91

153. MITTELMEIER H. - NIZARD M. - HARMS J.

Traitement chirurgical du pied plat valgus de l'enfant :
présentation d'une nouvelle méthode.

Rev. Chir. Orthop., 1980, 66, 5, 335-337

154. MONTAGNE O.

Etude radiologique des déformations de la coupole plantaire.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités, 1962 à 1968, I, 79-83

155. MORIN A.

Le traitement chirurgical du pied plat valgus congénital.

Thèse Médecine, Lyon, 1938, n° 103

156. MORLEY A.J.M.
Knock-knee in Children.
Br. Med. J., 1957, 2, 976-979
157. MORTON D.J.
The human foot.
Colombie University Press., New York, 1948
158. NIEDERECKER K.
Der Plattfuss.
Enke, édit. Stuttgart, 1959
159. NIN VIVO E. - CASTIGLIONI N. - RODRIGUEZ PAYRET N. - Y SILVERI A.
Tratamiento del astragalo vertical.
Rev. Ortop. Traum., 1973, XVIII, 189-198
160. NOVE - JOSSERAND
Formes anatomiques du pied plat.
Rev. Orthop., 1923, X, p.117
161. OBERLIN Serge
Chirurgie des membres.
T.1 du traité de technique chirurgicale.
162. OLIVIER G.
Formation du squelette des membres.
Vigot, Paris, 1962, 147-189
163. OLIVIER G.
Mécanique articulaire.
Vigot, 1970
164. OMBREDANNE
Pied plat valgus douloureux.
Précis clinique et opératoire de chirurgie infantile, 1944, 989

165. OMBREDANNE - MATHIEU
Traité de chirurgie orthopédique.
Masson, Paris, 1937, V
166. OGSTON
On flat foot and its cure by operation.
Bristol Med. and Surg. Journ., 1884, Tome III
167. PADOVANI
Traité de chirurgie orthopédique.
Masson V, 1937
168. PARRISH - FRANK F. et ELWOOD-NATHAWAY N. (New York)
Operations stabilisatrices au niveau du pied.
J. Bone Joint Surg., vol. XXVI A n° 1, janv. 1950, 1-27
169. PASGUALI LASACONI M.
La terapie del piede piatto valgo mediante la trasposizione
astragalo-calcaneare.
Acta Orth. Int., 1958, 4, 1-21

Lacura dé piedo valgo mediante, la trasposizione astragalo-
calcaneare.
Acta Orth. It., 1958, 4, 219-241
170. PASQUIE M.
Les dysmorphies osseuses de l'enfant.
Rev. de Médecine de Toulouse, Mai 1973, IX, 5, 903
171. PELLERIN D.
Petite orthopédie quotidienne.
Médecine infantile, Paris, 1959, 5-8
172. PIATKOWSKI S.
Epidemiologie du pied plat statique, et son traitement en
Pologne.
Rev. Chir. Orthop., 1977, 63, 8, 745-748

173. PICARD J.J.
Opération de Grice.
Rev. Chir. Orthop., 1966, 52, n° 6, 570
174. PICARD J.J.
Traitement chirurgical du pied valgus, paralytique.
SOFOT, Conférence d'enseignement, 1971
175. PICARD J.J. - MIMRAN R.
Opération de Grice et transplantation tendineuse dans le traitement des pieds valgus et talus valgus paralytiques.
Rev. Chir. Orthop., 1961, 47, 5, 590-597
176. PICARD J.J. - MIMRAN R.
Opération de Grice.
Rev. Chir. Orthop., 1961, 47, 590-597
177. RAUX Ph.
Le pied plat de l'enfant.
Vie Médicale, 1975, 14, 1227-1236
178. RAZANA BOLOLONA J.
Pied plat valgus congénital.
Thèse Médecine, Montpellier, 1965, n° 22
179. REGNAULD B.
Chaussures physiologiques de traitement.
Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités III, 1962 à 1968
227-230
180. REGNAULD B.
Genesi e trattamento chirurgico del pied piatto, valgo essenziale.
Minerva Orthop., 1976, 27, 254-265
181. RIGAULT J.
Remise en selle de l'astragale ou "opération du cavalier" dans

le traitement du pied plat valgus de l'enfant.

Actualités de chirurgie orthopédique de l'hôpital Raymond

Poincarré sous la direction de R. JUDET, Paris, 1966, V, 46-55

182. RIGAULT P. et POULIQUEN J.C.

Le pied convexe congénital.

Ann. Chir. Infant., 1970, 11, 261-281

183. ROGER et MEARY

Synostoses congénitales des os du tarse.

Rev. Chir. Orthop., déc.1969, vol.55, n° 8, 721-741

184. ROGER A.J.

Les synostoses congénitales du tarse.

Thèse Médecine, Paris, 1968

185. ROIG - PUERTA

Exploration du valgus du talon.

Podologie Annales, 1965, IV

186. ROIG - PUERTA

Radio contrôle dans le pied plat valgus.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités, 1962 à 1968,
VI, 389-393

187. ROSA DOS SANTOS N.

Calcanéo cuneiform support in the correction of persistent
flat foot.

Xè Congrès International de Chirurgie Orthopédique et Trauma-
tologique, Paris, 1966, E.95

188. ROUVIERE H.

Anatomie humaine descriptive et topographique.

1932, 2

189. RUGTVEIT A.
Extra articular subtalar arthrodesis according to Green-Grice,
in flat foot.
Acta Ortho. Scandi., 1964, 34, 367-374
190. SANCHEZ P.
Le pied plat de l'enfant. Traitement chirurgical.
Thèse, 1978, Montpellier n° 42
191. SCHERB R.
Kinetische-diagnostische Analyse von Gehstörungen.
Enke, edit., Stuttgart, 1952
192. SCHNEIDER C.
Fixation sous-astragaliennne par greffes autogènes.
J. International Collège Surgeons, 1961, 36, 639-648
193. SCHNEIDER - WASTIN
Subtalar extra articular arthrodesis six years follow up.
J. Bone Joint Surg., 1963, 50.B, 372-375
194. SCHNEPP J.
Les enfants qui marchent mal.
Cahiers Méd. Lyon., 1966, 42, 6, 365-402
195. SCHNEPP J. - MOYEN B. - CARRET J.P. et GONON G.
Pieds plats et semelles orthopédiques.
Rev. Chir. Orthop., 1977, 63, 8, 749-751
196. SCHULTZ A.H.
Fetel Growth in man.
Ann. J. Phys. Anth., 1923, 6, 383-389
197. SCHULTZ A.H.
Fetel growth in man an other primates quaterly.
Rev. of Biology, 1926, 1, 465, 521

198. SERA G.L.

La genesi del piede e l'acquisto dell'attitudine erretta nell'uomo.
Arch. Ant. Embriologique, 1942

199. SEYMOUR N. - EVANS D.R.

A modification of the Grice subtalar arthrodesis.
J. Bone Joint Surg., 1968, 50.B, 372-375

200. SMITH J.B. - WESTIN G.W.

Arthrodèse extra-articulaire sous-astragalienne de Grice.
J. Bone Joint Surg., 1968, 50.A, 1027-1035

201. STAGNARA P. - DESBROSSES J.

Arthrodèse sous-astragalienne pour le traitement des pieds
plats valgus paralytiques (flasques ou spastiques).
Procédé de Grice.
Rev. Chir. Orthop., 1961, 47, 6, 641-653

202. STOKES

Transactions of the Academy of Medicine of Ireland, 1885

203. STRAUSS W.J.

Growth of the human foot on its evolutionary significance.
Contrib. to Embryol. Carnegie. Inst. of Washington, 1926, 101,
54-135

204. SYMPOSIUM sur le traitement du pied plat statique.

Rev. Chir. Orthop., 1977, 63, 8

205. TESTUT L. et LATARJET A.

Traité d'anatomie humaine.
8ème édition, Paris 1928, Tome 1, 435-465

206. THOMAS F.B.

Arthrodesis of the subtalar joint.
J. Bone Joint Surg., 1967, 49.B, 93-97

207. THYS R.

Traitement chirurgical du calcanéo valgus.

Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités, 1962 à 1968, IV, 205

208. THYS R. - LEBRUN, VIGNERON - HOLLAERT - DE TOURNAY - VAN INNIS

Traitement du pied calcanéo-valgus de l'enfant par élongation
du tendon d'Achille.

Acta. Orthop. Belg., 1975, 41/2, 125-171

209. TOHEN A. - CARMONA J. - CHOW L. - COSAS J.

Extra-articular subtalar arthrodesis. A review of 286 patients.

J. Bone Joint Surg., 1969, 51.B, 45-52

210. TOMENO B.

Interventions réglées sur le pied.

in MERLE D'AUBIGNE R., MAZAS F. et Coll. Nouveau traité des

Techniques Chirurgicales, T.VIII, Masson, Edit., Paris, 505-533

211. TRENDELENBOURG

Über Plattfuss operationen.

Archiv. F. Klinik Chir., XXXIX, n° 4, 1889, p.751

212. VANDERVAEL F.

Analyse des mouvements du corps humain.

Desoer, Liège, 1966

213. VIDAL et NAQUET

Chirurgie du pied.

Legrand, 1947

214. VIDAL M. et GINESTIE J.F.

Pied plat statique de l'enfant.

Etude xéroradiographique des orthèses.

Rev. Chir. Orthop., 1977, 63, 8, 752-755

215. VILADOT A.
Podologie.
Ed. Cientifico Medical, Barcelone, 1956
216. VILADOT
Nouvelle technique chirurgicale de traitement du pied plat valgus.
Podologie, Pratiques, Techniques, Actualités 1962 à 1968, IV,
207-208
217. VILADOT - PERICE A.
Surgical treatment of flat foot in children.
Xè Congrès International de Chirurgie Orthopédique et Traumatologie, 1966, Paris, E.96
218. VILADOT A. - ROIG G. et ESCARPENTIER J.
Biomecanice de la articulacion subastragalina.
Podologie, Pratique, Techniques, Actualité, Paris, 1963, 2,
33-59, Coll. Intern. Podol. édit.
219. VOGT
Über Angeborene Belastungsde for pes varus and valg.
1884
220. VOUTEY H.
Traitement chirurgical du pied plat de l'enfant.
Rev. Chir. Orthop., 1972, 58/5, 489-504
221. WEISSMAN S.L. - TOROK G. - KHARMOSH O.
L'arthrodèse extra-articulaire avec transplantation tendineuse
concomitante dans le traitement du pied valgus paralytique du
jeune enfant.
Rev. Chir. Orthop., 1957, 43/1, 79-95
222. WEISSMAN S.L. - HEROLD H.Z.
Résultats éloignés du blocage de la sous-astragalienne dans
le traitement du pied valgus paralytique.
Rev. Chir. Orthop., 1964, 50/6, 825-836

223. WHITE J.W.

Torsion of the Achiller Tendon, its surgical significance.

Arch. Surg., 1943, 46, 784-787

224. WYLLER T.

L'axe de la cheville et son importance dans l'arthrodèse sous
astragaliennne.

Acta Orthop. Scand., 1961, 31, 201-207

225. ZETZLIPERGER

La mécanique du pied.

Clinical Orthopedics, 1960, 16, 47-63
